iaget

epistemologia genetică

dacia

Traducere: I. PECHER

Coperta: V. ARANYOSSY

Jean Piaget
L'ÉPISTÉMOLOGIE GÉNÉTIQUE
Collection «Que Sais-Je?»
© *Presses Universitaires de France, Paris*
1970

INTRODUCERE

Am folosit cu plăcere ocazia de a scrie această mică lucrare privitoare la Epistemologia genetică, în așa fel încît să pot insista asupra ideii, rareori admisă, dar care pare a fi confirmată de lucrările noastre colective în acest domeniu, și anume: cunoașterea nu poate fi concepută ca predeterminată nici în structurile interne ale subiectului, deoarece ele rezultă dintr-o construcție efectivă și continuă, nici în caracterele preexistente ale obiectului, fiindcă nu sînt cunoscute decît datorită medierii necesare a acestor structuri și pe care ele le îmbogățesc, încadrîndu-le (chiar dacă le situează în ansamblul posibilelor). Cu alte cuvinte, orice cunoaștere comportă un aspect de elaborare nouă și marea problemă a epistemologiei este de a împăca această creație de noutăți cu dublul fapt că, pe teren formal, ele sînt însoțite de necesitate de îndată ce au fost elaborate, și că, pe planul realului, ele permit (fiind chiar singurele care permit) cucerirea obiectivității.

Problema construirii structurilor ne-preformate este, într-adevăr, veche, cu toate că majoritatea epistemologilor rămîn legați de ipoteze, fie aprioriste (chiar cu unele reveniri actuale la ineism), fie empiriste, care subordonează cunoașterea, unor forme dinainte situate în subiect sau în obiect. Toate curentele dialectice insistă asupra ideii de noutăți și caută secretul acestora în „depășiri" care ar transcende neîncetat jocul tezelor și antitezelor. În domeniul istoriei gîndirii științifice, problema schimbărilor de perspectivă și chiar a „revoluțiilor" în „paradigme"

(Kuhn) se impune în mod necesar și de aici a scos L. Brunschvicg o epistemologie a devenirii radicale a rațiunii. În interiorul hotarelor specific psihologice, J. M. Baldwin a expus, sub denumirea de „logică genetică", idei pătrunzătoare cu privire la construirea structurilor cognitive. Ar mai putea fi citate și alte cîteva încercări.

Epistomologia genetică a reluat însă chestiunea, cu îndoita intenție de a constitui o metodă aptă să furnizeze controale și mai ales să ajungă la izvoare, deci la geneza însăși a cunoștințelor, despre care epistemologia tradițională nu cunoaște decît stările superioare, sau mai bine zis, anumite rezultante. Așadar, specificul epistemologiei genetice este de a căuta să desprindă rădăcinile diferitelor varietăți ale cunoașterii, de la formele lor cele mai elementare și să urmărească dezvoltarea lor la nivele ulterioare, pînă la gîndirea științifică inclusiv. Dar dacă acest gen de analiză comportă o parte esențială de experimentare psihologică, el nu se confundă deloc, din această cauză, cu un efort de pură psihologie. Psihologii înșiși nu s-au înșelat în această privință și într-un mesaj pe care *American Psyhological Association* a binevoit să-l adreseze autorului acestor rînduri, se găsește următorul pasaj semnificativ: „Autorul a abordat chestiuni considerate pînă acum exlusiv filozofice, într-o modalitate categoric empirică și a constituit epistemologia ca o știință separată de filozofie, dar legată de toate științele umaniste", fără a uita, bineînțeles, biologia. Altfel spus, marea asociație americană a binevoit să admită că lucrările noastre comportau o dimensiune psihologică, însă cu titlu de *byproduct**, așa cum mai precizează mesajul — și a recunoscut că intenția lor era în esență epistemologică.

Cît despre necesitatea de a se ajunge la geneză, așa cum o indică termenul însuși de „epistemologie genetică", se cuvine să înlăturăm, chiar de la început, o neînțelegere posibilă care, dacă ar însemna să opunem geneza celor-

* produs secundar. N.Tr.

lalte faze ale construcției continue a cunoștințelor, ar prezenta o oarecare gravitate. Marea lecție pe care o comportă studiul genezei — sau al genezelor — este, dimpotrivă, de a arăta că nu există niciodată începuturi absolute. Cu alte cuvinte, trebuie să fie spus că totul este geneză, inclusiv construirea unei teorii noi în stadiul cel mai actual al științelor, fie că geneza se îndepărtează la nesfîrșit (în trecut) căci fazele psihogenetice cele mai elementare sînt precedate, la rîndul lor, de faze într-un fel organo-genetice etc. A afirma necesitatea de a ajunge la geneză, nu înseamnă deci nicidecum a acorda un privilegiu cutărei faze, considerată ca inițială, în mod absolut. Înseamnă, dimpotrivă, a reaminti existența unei construcții indefinite și mai ales a stărui asupra faptului că, pentru a înțelege rațiunile mecanismului acestei construcții, trebuie cunoscute *toate* fazele ei, sau cel *puțin cele mai multe* posibile din ele. Dacă a trebuit să insistăm ceva mai mult asupra începuturilor cunoașterii, în domeniul psihologiei copilului și al biologiei, n-am făcut-o, prin urmare, pentru că atribuim acestor domenii o semnificație cvasiexclusivă, ci numai pentru că e vorba de perspective care au fost, în general, neglijate aproape în întregime de epistemologi.

Toate celelalte izvoare științifice de informație rămîn deci necesare și al doilea caracter al epistemologiei genetice asupra căruia am dori să insistăm este natura sa categoric interdisciplinară. Exprimată în forma ei generală, problema specifică a epistemologiei genetice este, într-adevăr, problema sporirii cunoștințelor, adică a trecerii de la o cunoaștere mai puțin bună ori mai săracă la o cunoaștere mai bogată (în comprehensiune sau în extensiune). Dar cum fiecare știință se află în devenire și nu consideră niciodată stadiul în care a ajuns ca definitiv (cu excepția anumitor iluzii istorice ca acelea ale aristotelismului adversarilor lui Galilei, sau al fizicii newtoniene la cîțiva continuatori), această problemă genetică în sens larg înglobează și problema progresului oricărei

cunoaşteri ştiinţifice şi comportă două dimensiuni: una care ţine de chestiuni de fapt (stadiul cunoştinţelor la un nivel determinat şi trecerea de la un nivel la cel următor), cealaltă, de chestiuni de validitate (evaluarea cunoştinţelor în termeni de ameliorare sau de regres, structura formală a cunoştinţelor). Este deci evident că oricare cercetare în epistemologie genetică, fie că e vorba de dezvoltarea cutărui sector de cunoaştere la copil (număr, viteză, cauzalitate fizică etc.) sau de cutare transformare în una din ramurile corespunzătoare ale gîndirii ştiinţifice, presupune colaborarea specialiştilor în epistemologia ştiinţei respective, a psihologilor, a istoricilor ştiinţei, a logicienilor, a lingviştilor etc. Aceasta a fost în permanenţă metoda noastră, a Centrului internaţional de Epistemologie genetică din Geneva, a cărui activitate a constat permanent într-o muncă de echipă. Lucrarea de faţă este aşadar, în multe privinţe, colectivă!

Scopul în care a fost întocmită această cărticică nu este însă de a schiţa istoria acestui Centru şi nici măcar de a rezuma în amănunt „Studiile de Epistemologie genetică" pe care le-a publicat[1]. În aceste „Studii" pot fi găsite lucrări efectuate, precum şi relatarea discuţiilor care au avut loc la fiecare simpozion anual, cu privire la cercetările în curs. Ceea ce ne propunem aici este numai de a desprinde tendinţele generale ale epistomologiei genetice şi de a expune principalele fapte care le justifică. Planul lucrării este deci foarte simplu: analiza datelor psihogenetice, apoi a datelor biologice prealabile acestora, şi, în sfîrşit, revenirea la problemele epistemologice clasice. Se cuvine totuşi să comentăm acest plan, căci primele două din aceste trei capitole ar putea părea de prisos.

Ceea ce se referă în mod special la psihogeneza cunoştinţelor (cap. I) a fost adeseori descris de noi pentru uzul psihologilor. Epistemologii însă nu citesc decît puţine

---

[1] Ele vor fi citate sub titlul general de „Studii" cu referinţă la numărul volumului. Vezi Bibliografia pag. 102.

lucrări psihologice, ceea ce e explicabil atunci cînd aceste lucrări nu sînt destinate anume ca să răspundă preocupărilor lor. Am căutat deci să centrăm expunerea noastră numai pe faptele care comportă o semnificație epistemologică, insistînd asupra acesteia din urmă. Este vorba, prin urmare, de o încercare în parte nouă, cu atît mai mult cu cît ține seamă de un mare număr de cercetări asupra cauzalității, nepublicate încă. Cu privire la rădăcinile biologice ale cunoașterii (cap. II), punctul nostru de vedere nu s-a modificat deloc de la apariția lucrării *Biologie și cunoaștere* (ed. română, Editura Dacia, Cluj, 1971); cum însă am reușit să înlocuim aceste 430 de pagini prin mai puțin de douăzeci, ni se va ierta, credem, acest nou apel la izvoarele organice, care era indispensabil pentru a justifica interpretarea, propusă de epistemologia genetică, a relațiilor dintre subiect și obiecte.

Pe scurt, cititorul va găsi în aceste pagini expunerea unei epistemologii care este naturalistă fără a fi pozitivistă, care pune în evidență activitatea subiectului fără a fi idealistă, care se sprijină în aceeași măsură pe obiect, pe care îl consideră totuși ca o limită (care există deci independent de noi, dar nu e niciodată atins în întregime) și care, mai ales, vede în cunoaștere o construcție continuă. Acest din urmă aspect al epistemologiei genetice e cel care ridică cele mai multe probleme, iar aceste probleme sînt acelea pe care noi am urmărit să le punem cît mai bine și să le discutăm cît mai complet.

CAPITOLUL I

FORMAREA CUNOȘTINȚELOR (PSIHOGENEZA)

Un studiu al dezvoltării cunoștințelor, mergînd pînă la rădăcinile lor (deocamdată însă fără referiri la prealabilele biologice) prezintă avantajul de a aduce un răspuns la chestiunea greșit rezolvată privind direcția demersurilor cognitive inițiale. Limitîndu-ne la punerile clasice ale problemei, nu putem, de fapt, decît să ne întrebăm, dacă orice informație cognitivă emană de la obiecte și vine din afară să informeze subiectul, așa cum presupunea empirismul tradițional, sau dacă, dimpotrivă, subiectul este înzestrat de la început cu structuri endogene pe care le-ar impune obiectelor, conform diverselor varietăți ale apriorismului sau ineismului. Dar, chiar multiplicînd nuanțele între pozițiile extreme (și istoria ideilor a arătat numărul acestor combinații posibile), postulatul comun al epistemologiilor cunoscute este presupunerea că la toate nivelurile există un subiect care își cunoaște puterile pe diferite trepte (chiar dacă ele se reduc numai la perceperea obiectelor), obiecte care există ca atare în ochii subiectului (chiar dacă ele se reduc la „fenomene"), și mai ales instrumente de schimb sau de achiziție (percepții sau concepte) care determină traseul care conduce de la subiect la obiecte, sau invers.

Primele lecții de analiză psihogenetică par însă a contrazice aceste presupuneri. Pe de o parte cunoașterea nu purcede la izvoarele ei nici de la un subiect conștient de sine, nici de la obiecte deja constituite (din punctul de

vedere al subiectului) care s-ar impune subiectului: ea ar rezulta din interacțiuni ce se produc la jumătatea drumului între ele și care țin deci de amîndouă în același timp, dar din cauza unei nediferențieri complete și nu a unor schimburi între forme distincte. Pe de altă parte și în consecință, dacă la început nu există nici subiect, în sensul epistemic al termenului, nici obiecte ca atare, nici mai ales instrumente invariante de schimb, problema inițială a cunoașterii va fi deci de a construi asemenea mediatori. Pornind de la zona de contact între corpul propriu și lucruri, ei se vor angaja tot mai departe în cele două direcții complementare, de la exterior și de la interior, și de această dublă construcție progresivă depinde elaborarea solidară a subiectului și a obiectelor.

Într-adevăr, instrumentul inițial de schimb nu este percepția, așa cum consideră empiriștii și cum, cu prea multă ușurință, au admis-o raționaliștii, ci acțiunea însăși, în marea sa plasticitate. Percepțiile joacă, desigur, un rol esențial, dar ele depind în parte de acțiunea în ansamblul ei, iar unele mecanisme perceptive, despre care s-ar fi putut crede că sînt înnăscute sau foarte primitive (ca „efectul tunel" al lui Michotte), nu se constituie decît la un anumit nivel al construcției obiectelor. În general, orice percepție sfîrșește prin a conferi elementelor percepute semnificații relative la acțiune (cu privire la aceasta. J. Bruner vorbește de „identificări", a se vedea „Studii", vol. VI, cap. I) și deci ar trebui să se pornească de la acțiune. Vom distinge în această privință două perioade succesive: aceea a acțiunilor senzori-motorii, anterioare oricărui limbaj sau oricărei conceptualizări reprezentative, și aceea a acțiunilor completate cu aceste noi proprietăți și în legătură cu care se pune atunci problema de a deveni conștienți de rezultatele, intențiile și mecanismele actului, cu alte cuvinte de traducerea lui în termeni de gîndire conceptualizată.

În legătură cu acțiunile senzori-motorii, J. M. Baldwin a arătat încă demult că sugarul nu manifestă nici un indiciu de conștiință a eului său, nici a unei frontiere stabile între datele lumii interioare și ale universului exterior și că acest „adualism" durează pînă în momentul cînd construcția acestui eu devine posibilă, în corespondență și în opoziție cu cel al altora. La rîndul nostru, am arătat și noi că universul primitiv nu comportă obiecte permanente pînă la o perioadă care coincide cu interesul pentru persoana altora, primele obiecte dotate cu permanență fiind tocmai aceste personaje (rezultate verificate în amănunt de către Th. Gouin-Décarie, într-un control asupra permanenței obiectelor materiale și asupra sincronismului său cu „relațiile obiectuale" în sensul freudian al interesului pentru altcineva). Într-o structură a realității care nu comportă nici subiecți, nici obiecte, e de la sine înțeles că singura legătură posibilă între ceea ce va deveni mai tîrziu un subiect și obiecte este constituită din acțiuni de un tip special, a căror semnificație epistemologică pare instructivă. Într-adevăr, pe terenul atît al spațiului cît și al diverselor claviaturi perceptive în curs de construire, sugarul raportează totul la corpul său, ca și cum ar fi centrul lumii, dar un centru care se ignoră. Cu alte cuvinte, acțiunea primitivă prezintă în același timp o nediferențiere completă între subiectiv și obiectiv și o centrare fundamentală, deși radical inconștientă, fiindcă e legată de această nediferențiere.

Care poate fi însă legătura între aceste două caractere? Dacă între subiect și obiect există nediferențieri într-atîta încît primul nici măcar nu se cunoaște ca sursa acțiunilor sale, de ce sînt acestea centrate pe corpul propriu, în timp ce atenția e fixată spre exterior? Termenul de egocentrism radical de care ne-am servit pentru a desemna această centrare, a putut părea, dimpotrivă (cu toate precauțiile noastre), să evoce un eu conștient (și acesta e și mai

mult cazul „narcisismului" freudian, atunci cînd e vorba de un narcisism fără Narcis). De fapt, nediferențierea și centrarea acțiunilor primitive țin ambele de un al treilea caracter care le este comun: ele nu sînt coordonate încă între ele, și fiecare constituie un mic tot izolabil, care leagă direct corpul propriu de obiect (suptul, privitul, apucatul etc.). Urmează de aici o lipsă de diferențiere, căci subiectul nu se va afirma ulterior, decît coordonînd în mod liber acțiunile sale, iar obiectul nu se va constitui decît supunîndu-se sau rezistînd coordonării mișcărilor sau pozițiilor într-un sistem coerent. Pe de altă parte, întrucît fiecare acțiune formează totuși un tot izolabil, singura lor referință comună și constantă nu poate fi decît corpul propriu, de unde rezultă o centrare automată pe acesta, deși nu e nici voită, nici conștientă.

Pentru verificarea acestei conexiuni dintre necoordonarea acțiunilor, nediferențierea subiectului și a obiectelor și centrarea pe corpul propriu, e de ajuns să amintim ce se petrece între această stare inițială și nivelul de 18—24 de luni, începutul funcțiunii semiotice și al inteligenței reprezentative. În acest interval de unul pînă la doi ani, se produce, într-adevăr, dar și aceasta numai pe planul actelor materiale, un fel de revoluție coperniciană, constînd în descentrarea acțiunilor în raport cu corpul propriu, în considerarea acestuia ca pe un obiect printre celelalte, într-un spațiu care le conține pe toate și în asocierea acțiunilor obiectelor sub efectul coordonărilor unui subiect care începe să se cunoască pe sine ca sursă sau chiar ca stăpîn pe mișcările sale. Într-adevăr (și această a treia noutate e aceea care antrenează pe celelalte două), asistăm mai întîi, la niveluri succesive ale perioadei senzorimotrice, la o coordonare gradată a acțiunilor: în loc ca fiecare să continue a forma un mic tot închis în sine, ele parvin, mai mult sau mai puțin rapid, prin jocul fundamental al asimilărilor reciproce, să se coordoneze între ele, pînă la constituirea acelei conexiuni între mijloace și scopuri, care caracterizează actele de inteligență pro-

priu-zisă. Atunci se constituie subiectul ca izvor de acțiuni și deci de cunoașteri, întrucît coordonarea a două din aceste acțiuni presupune o inițiativă care depășește interdependența imediată între un lucru exterior și corpul propriu, cu care se mulțumeau comportările primitive. Însă a coordona acțiuni înseamnă a deplasa obiecte și în măsura în care aceste deplasări sînt supuse unor coordonări, „grupul deplasărilor", care prin aceasta se elaborează progresiv, permite în subsidiar de a se atribui obiectelor poziții succesive, ele însești determinate. Ca urmare, obiectul dobîndește o oarecare permanență spațio-temporală, și de aici rezultă spațializarea și obiectivarea relațiilor cauzale însești. O asemenea diferențiere a subiectului și a obiectelor, antrenînd substantificarea progresivă a acestora, explică în cele din urmă această răsturnare totală a perspectivelor, care conduce subiectul să considere propriul său corp ca pe un obiect printre celelalte, într-un univers spațio-temporal și cauzal a cărui parte integrantă devine, în măsura în care învață să acționeze în mod eficace asupra lui.

Într-un cuvînt, coordonarea acțiunilor subiectului, inseparabilă de coordonările spațio-temporale și cauzele pe care el le atribuie realului, este izvorul diferențierilor între acest subiect și obiecte și, totodată, al acestei descentrări pe planul actelor materiale, care va face posibilă, cu concursul funcțiunii semiotice, ivirea reprezentării sau a gîndirii. Dar această coordonare înăși, deși limitată la acest plan de acțiune, ridică o problemă epistemologică și asimilarea reciprocă invocată în acest scop este un prim exemplu al acestor noutăți, în același timp ne-predeterminate și devenind totuși „necesare", care caracterizează dezvoltarea cunoștințelor. Se cere deci, ca încă de la început, să insistăm asupra lor.

Noțiunea centrală, specifică psihologiei de inspirație empiristă, este aceea de asociație, care, pusă în valoarea încă de Hume, rămîne foarte rezistentă în mediile denumite behavioriste sau reflexologice. Acest concept de asociație

nu se referă însă decît la o legătură exterioară între elementele asociate, pe cînd ideeea de asimilare („Studii", vol. V, cap. III) o implică pe aceea a integrării datelor la o structură anterioară sau chiar la constituirea unei noi structuri sub forma elementară a unei scheme. În ce privește acțiunile primitive, necoordonate între ele, sînt posibile două cazuri. În primul caz, structura preexistă ca fiind ereditară (de exemplu reflexele de supt) și asimilarea nu constă decît în a-i încorpora obiecte noi, neprevăzute în programarea organică. În al doilea caz, situația este neprevăzută: de pildă, sugarul caută să apuce un obiect suspendat, dar, în cursul unei încercări zadarnice, se mulțumește să-l atingă și se produce o balansare care îl interesează ca un spectacol necunoscut. El va încerca atunci să regăsească acest spectacol și de aici urmează ceea ce se poate numi o asimilare reproducătoare (refacerea aceluiași gest) și formarea unui început de schemă. În prezența unui alt obiect suspendat, el îl va asimila aceleiași scheme, avînd loc o asimilare recognitivă, iar atunci cînd repetă acțiunea în această nouă situație, o asimilare generalizatoare, aceste trei aspecte de repetiție, recunoaștere și generalizare, putîndu-se succeda de aproape. Acestea fiind admise, coordonarea acțiunilor prin asimilare reciprocă, care urma să fie explicată, reprezintă o noutate în raport cu ceea ce precede și în același timp o extensiune a aceluiași mecanism. Se pot recunoaște aici două etape, dintre care prima este mai ales o extensiune: ea constă în asimilarea aceluiași obiect cu două scheme deodată, ceea ce este un început de asimilare reciprocă. Spre exemplu, dacă obiectul balansat sau izbit produce un sunet, el poate deveni rînd pe rînd sau simultan un lucru de privit sau un lucru auzit, și de aici o asimilare reciprocă, conducîndu-l printre altele pe sugar la agitarea oricărei jucării pentru a-și da seama de zgomotele pe care le poate scoate. Într-un astfel de caz scopul și mijloacele rămîn relativ nediferențiate, dar într-o a doua etapă, în care primează noutatea, copilul își va fixa un scop înainte de a-l putea

atinge şi va folosi diferite scheme de asimilare ca mijloace pentru a parveni s-o facă; de exemplu să zdruncine prin scuturări şi alte mişcări poclitul leagănului pentru a provoca balansarea jucăriilor sonore suspendate de acesta şi la care nu poate ajunge cu mîna etc.

În aceste modeste începuturi poate fi întrezărit un proces care, în continuare, se va dezvolta din ce în ce mai mult: construirea unor combinaţii noi printr-o îmbinare de abstracţii scoase fie din obiectele înseşi, fie, şi acest lucru e esenţial, din schemele acţiunii ce se exercită asupra lor. Astfel, a recunoaşte într-un obiect suspendat un lucru ce poate fi legănat, comportă înainte de toate o abstracţie, plecînd de la obiecte. În schimb, coordonarea mijloacelor şi a scopurilor, respectînd ordinea de succesiune a mişcărilor de efectuat, constituie o noutate în raport cu actele globale în sînul cărora mijloacele şi scopurile rămîn nediferenţiate; dar această noutate este dobîndită în mod firesc, pornind de la atare acte, printr-un proces care constă în a deduce din ele relaţiile de succesiune, de îmbinare etc., necesare pentru această coordonare. Într-un asemenea caz, abstracţia nu mai e de acelaşi tip şi se orientează în direcţia a ceea ce vom numi ulterior abstracţia reflectantă.

Se vede astfel că încă de la nivelul senzori-motor, diferenţierea incipientă dintre subiect şi obiect se manifestă totodată prin formarea de coordonări şi prin distingerea între ele a două specii: de o parte acelea care leagă între ele acţiunile subiectului şi, de altă parte, acelea care privesc acţiunile obiectelor între ele. Cele dintîi constau în reunirea sau disocierea anumitor acţiuni ale subiectului sau a schemelor acestora, în îmbucarea sau ordonarea lor, în punerea lor în legătură etc., cu alte cuvinte ele constituie primele forme ale acelor coordonări generale care stau la baza structurilor logico-matematice a căror dezvoltare ulterioară va fi atît de considerabilă. Celelalte tipuri de coordonări conferă obiectelor o organizare spaţio-temporală, cinematică sau dinamică, analoagă aceleia a acţiunilor, iar ansamblul lor se află la punctul de plecare a acelor structuri cauzale, ale căror manifestări

senzori-motrice sînt deja evidente şi a căror evoluţie ulterioară este la fel de importantă ca aceea a primelor tipuri. În opoziţie cu coordonările generale la care ne-am referit pînă aici, acţiunile particulare ale subiectului asupra obiectelor intervin în cauzalitate în măsura în care modifică materialmente aceste obiecte sau aranjamentele lor (ex. conduitele instrumentale) şi în schematismul prelogic în măsura în care ele depind de coordonările generale cu caracter formal (ordine etc.). Vedem aşadar că încă înainte de formarea limbajului, a cărui importanţă în ce priveşte structurarea cunoştinţelor a fost supraestimată de unele şcoli, ca aceea a pozitivismului logic, cunoştinţele se constituie pe planul acţiunii însăşi, cu bipolarităţile lor logico-matematice şi fizice, de îndată ce, datorită coordonărilor incipiente între acţiuni, subiectul şi obiectele încep să se diferenţieze, rafinîndu-şi instrumentele de schimb. Acestea însă, fiind constituite prin acţiuni, rămîn încă de natură materială şi e nevoie de o lungă evoluţie pînă la interiorizarea lor în operaţii.

II. — PRIMUL NIVEL AL GÎNDIRII PREOPERATORII

De la acţiunile elementare iniţiale, necoordonate între ele şi deci insuficiente să asigure o diferenţiere stabilă între subiect şi obiecte, pînă la coordonările diferenţiate, s-a realizat un mare progres, suficient ca să asigure existenţa primelor instrumente de interacţiune cognitivă. Acestea însă nu sînt încă situate decît pe unul şi acelaşi plan: acel al acţiunii efective şi actuale, adică nereflectată într-un sistem conceptualizat. Schemele inteligenţei senzori-motorii nu sînt încă, de fapt, concepte, fiindcă ele nu pot fi manipulate de o gîndire şi nu intră în joc decît în momentul utilizării lor practice şi materiale, fără nici o cunoştinţă despre existenţa lor ca scheme, din lipsă de aparate semiotice pentru a le desemna

și a permite ca ele să pătrundă în conștiință. Odată cu limbajul, cu jocul simbolic, cu imaginea mintală etc., situația se modifică, în schimb, în mod remarcabil: peste acțiunile simple care asigură interdependențele directe între subiect și obiecte, se suprapune în anumite cazuri un nou tip de acțiuni, interiorizat și mai precis conceptualizat: de pildă, pe lîngă putința de a se deplasa de la *A* la *B*, subiectul dobîndește pe aceea de a-și reprezenta această mișcare *AB* și de a evoca, prin gîndire, alte deplasări.

Se întrevăd însă de îndată dificultățile unei asemenea interiorizări a acțiunilor. În primul rînd, subiectul nu devine niciodată conștient de acțiune decît parțial: el își va reprezenta mai mult sau mai puțin ușor traseul *AB* însuși, precum și, în linii mari, mișcările executate, dar amănuntul îi scapă, și chiar la vîrsta adultă i-ar fi foarte greu oricui să tradùcă în noțiuni și să vizualizeze cu oarecare precizie flexiunile și extensiile membrelor în cursul acestui mers. Conștientizarea procedează deci prin alegere și schematizare reprezentativă, ceea ce implică deja o conceptualizare. În al doilea rînd, coordonarea mișcărilor *AB, BC, CD* etc. poate atinge, la nivelul senzori-motor, structura unui grup de deplasări în măsura în care trecerea de la fiecare traseu parțial la cel următor este călăuzită de recunoașterea unor indici perceptivi a căror succesiune asigură legăturile, pe cînd dacă vrei să-ți reprezinți conceptual un asemenea sistem, va trebui ca succesivul să fie transformat într-o reprezentare de ansamblu a elementelor cvasisimultane. Atît schematizările conștientizării cît și această condensare a acțiunilor succesive într-o totalitate reprezentativă care îmbrățișează într-un singur act succesiunile temporale conduc la punerea în termeni noi a problemei coordonărilor, astfel încît schemele imanente acțiunilor să fie transformate în concepte mobile, susceptibile de a depăși acțiunile, reprezentîndu-le.

Ar fi, într-adevăr, mult prea simplu să admitem că interiorizarea acțiunilor în reprezentări sau în gîndire nu constă decît în a le retrasa cursul sau a ni le imagina prin intermediul simbolurilor ori semnelor (imagini mintale sau lim-

baj), fără însă ca prin aceasta să le modificăm sau să le îmbogăţim. În realitate această interiorizare este o conceptualizare, cu tot ceea ce aceasta comportă ca transformare a schemelor în noţiuni propriu-zise, oricît de rudimentare ar fi ele (în această privinţă nici nu vom vorbi de „preconcepte"). Schema neconstituind însă un obiect de gîndire, ci reducîndu-se la structura internă a acţiunilor, în timp ce conceptul e manipulat de reprezentare şi limbaj, rezultă că interiorizarea acţiunilor presupune reconstruirea lor la un palier superior şi, în consecinţă, elaborarea unei serii de noutăţi ireductibile la instrumentele palierului inferior. Pentru a ne convinge de aceasta, e de ajuns să constatăm că ceea ce e dobîndit la nivelul inteligenţei sau al acţiunii senzori-motorii nu dă nicidecum loc de la început la o reprezentare adecvată pe planul gîndirii. De exemplu, tinerii subiecţi în vîrstă de 4—5 ani, examinaţi de noi împreună cu A. Szeminska, ştiau perfect să facă singuri drumul de acasă la şcoală şi înapoi, fără a fi însă în stare să şi-l reprezinte cu ajutorul unui material reprezentînd principalele repere citate (clădiri etc.). În general, lucrările făcute împreună cu B. Inhelder asupra imaginilor mintale la copii *(L'image mentale chez l'enfant)* au arătat cît de subordonate rămîneau ele nivelului conceptelor corespunzătoare, în loc să reprezinte liber ceea ce poate fi perceput imediat, în materie de transformări sau chiar de simple mişcări.

Cauza principală a acestui decalaj între acţiunile senzori-motorii şi acţiunea interiorizată sau conceptualizată este că primele constituie, chiar la nivelul la care există coordonare între mai multe scheme, o succesiune de mediatori succesivi între subiect şi obiecte, dintre care însă fiecare rămîne pur actual; ea este însoţită deja, e drept, de o diferenţiere între acest subiect şi aceste obiecte, dar nici unul, nici celelalte nu sînt gîndite ca avînd alte caracteristici decît acelea ale momentului prezent. La nivelul acţiunii conceptualizate, dimpotrivă, subiectul acţiunii (fie că e vorba de eu sau de un obiect oarecare) este gîndit cu caracteristicile sale durabile (predicate sau relaţii), obiectele acţiunii de asemenea, şi

acțiunea însăși este conceptualizată ca o transformare particulară printre multe altele care pot fi reprezentate între termenii dați sau între alți termeni analogi. Datorită gîndirii, acțiunea conceptualizată este situată așadar într-un context spațio-temporal mult mai larg, ceea ce îi conferă un statut nou, ca instrument de schimb între subiect și obiecte; într-adevăr, pe măsură ce reprezentările progresează, distanțele între ele și obiectul lor cresc, în timp și în spațiu, adică seria acțiunilor materiale succesive, fiecare însă fiind momentană, e completată de ansambluri reprezentative, susceptibile de a evoca într-un tot cvasisimultan acțiuni sau evenimente trecute ori viitoare, la fel ca pe cele prezente, precum și acțiuni spațial îndepărtate, la fel ca pe cele apropiate.

De aici rezultă, pe de o parte, că încă de la începuturile acestei perioade a cunoașterii reprezentative preoperatorii, se semnalează progrese considerabile în direcția atît a coordonărilor interne ale subiectului, deci a viitoarelor structuri operatorii sau logico-matematice, cît și a coordonărilor externe între obiecte, deci a cauzalității în sens larg, cu structurările ei spațiale și cinematice. În primul rînd, într-adevăr, subiectul devine repede capabil de inferențe elementare, de clasificări cu configurații spațiale, de corespondențe etc. În al doilea rînd, încă de la apariția precoce a acelor „de ce?", asistăm la un început de explicații cauzale. Există deci aici, față de perioada senzori-motorie, o seamă de noutăți esențiale, pe care nu le putem atribui numai transmisiilor verbale, căci surdomuții, deși cu întîrziere față de copiii normali, din lipsă de incitații colective suficiente, prezintă de asemenea structurări cognitive, analoage cu acelea ale celor normali; așadar nu numai vorbirii, ci funcțiunii semiotice în general, izvorîtă din progresele imitației (conduita senzori-motorie cea mai apropiată de reprezentare, însă în acte), trebuie atribuită această cotitură fundamentală în elaborarea instrumentelor de cunoaștere. Altfel spus, trecerea de la conduitele senzori-motorii la acțiuni conceptualizate nu se datorează numai vieții sociale, ci și progresului inteligenței preverbale în ansamblul lui, precum și interiorizării imitației în

reprezentări. Fără acești factori prealabili, în parte endogeni, n-ar fi posibile nici dobîndirea limbajului, nici transmiterile și interacțiunile sociale pentru care ei constituie una din condițiile necesare.

Pe de altă parte însă, e important să stăruim în egală măsură asupra limitelor acestor inovații incipiente, căci aspectele lor negative sînt în anumite privințe la fel de instructive din punct de vedere epistemologic, ca și cele pozitive, deoarece ne arată dificultățile, mult mai durabile decît s-ar părea, de a disocia obiectele de subiect sau de a elabora operațiuni logico-matematice independente de cauzalitate și susceptibile de a fecunda explicațiile cauzale ca urmare chiar a acestei diferențieri. Într-adevăr, de ce perioada de la 2—3 ani la 7—8 ani rămîne preoperatorie și de ce înaintea unei sub-perioade de 5—6 ani, în care subiectul parvine la o semi-logică (în sensul propriu pe care îl vom analiza îndată), trebuie totuși să vorbim de o primă sub-perioadă în care primele „funcțiuni constitutive" nu sînt încă elaborate? Acest lucru se întîmplă pentru că trecerea de la acțiune la gîndire sau de la schema senzori-motorie la concept nu se produce sub forma unei revoluții bruște ci, dimpotrivă, a unei diferențieri lente și laborioase, care ține de transformările asimilării.

Asimilarea proprie conceptelor în starea lor de definitivare se sprijină în principal pe obiectele subsumate de ele și pe caracteristicile acestora. Fără a vorbi încă de reversibilitatea sau de tranzitivitatea operatorie, asimilarea înseamnă, de pildă, reunirea tuturor A într-o singură clasă, fiindcă sînt asimilabile prin caracteristica lor a; sau a afirma că toți A sînt și B, fiindcă afară de această caracteristică a, ei posedă toți caracteristica b; dimpotrivă, nu toți B sînt A, ci numai unii, pentru că nu toți prezintă caracteristica a, etc. Astfel, această asimilare a obiectelor între ele care constituie baza unei clasificări, atrage după sine o primă proprietate fundamentală a conceptului: reglarea lui „toți" și a lui „cîțiva". De altă parte, în măsura în care o caracteristică x e susceptibilă de mai mult sau de mai puțin (sau

chiar dacă nu exprimă decît o coproprietate şi determină coapartenenţa la aceeaşi clasă), asimilarea inerentă comparaţiei obiectelor îi va atribui o natură relativă, iar specificul acestei asimilări conceptuale mai este şi constituirea unor astfel de relaţii, depăşind falsurile absolute, inerente atribuţiilor pur predicative. Din contră, asimilarea proprie schemelor senzori-motorii comportă două deosebiri esenţiale faţă de cea precedentă. Prima deosebire este că, în lipsa gîndirii sau a reprezentării, subiectul nu ştie nimic despre „extensiunea" unor astfel de scheme, neputînd să evoce situaţiile nepercepute actual şi nejudecînd situaţiile prezente decît prin „comprehensiune", adică prin analogie directă cu proprietăţile situaţiilor anterioare. În al doilea rînd, această analogie nu înseamnă nici ea evocarea acelor situaţii, ci numai recunoaşterea pe cale perceptivă a unor caractere care declanşează aceleaşi acţiuni ca şi situaţiile anterioare. Cu alte cuvinte, asimilarea prin scheme ţine desigur cont de proprietăţile obiectelor, însă exclusiv în momentul în care sînt percepute şi în mod nedisociat în raport cu acţiunile subiectului cărora ele îi corespund (în afară de anumite situaţii cauzale, în care acţiunile prevăzute sînt acelea ale obiectelor înseşi, printr-un fel de atribuire de acţiuni analoage acelor ale subiectului). Marea deosebire epistemologică între cele două forme de asimilare, prin scheme senzori-motorii şi prin concepte, constă deci în faptul că prima diferenţiază încă rău caracteristicile obiectului de acelea ale acţiunilor subiectului relative la aceste obiecte, pe cînd a doua se referă numai la obiecte, la cele absente la fel ca şi la cele prezente, şi prin aceasta liberează subiectul de legăturile sale cu situaţia actuală, dîndu-i putinţa de a clasifica, seria, pune în coresprodenţă etc., cu mult mai multă mobilitate şi libertate.

Învăţămintele pe care ni le oferă primul sub-stadiu al gîndirii preoperatorii (de la 2 la 4 ani aproximativ) constau în faptul că, de o parte, singurii mediatori între subiect şi obiecte nu sînt încă decît preconcepte şi prerelaţii (fără reglarea lui „toţi" şi a lui „cîţiva" pentru preconcepte, şi fără relativitatea noţiunilor pentru prerelaţii) şi că, de altă parte

și reciproc, singura cauzalitate atribuită obiectelor rămîne psihomorfă, prin nediferențiere completă de acțiunile subiectului.

În legătură cu primul punct, de pildă, li se pot prezenta subiecților cîteva fise roșii și rotunde și cîteva albastre, dintre care unele sînt rotunde, iar altele pătrate. În acest caz copilul va răspunde cu ușurință că toate fisele rotunde sînt roșii, dar va refuza să admită că toate fisele pătrate sînt albastre „fiindcă există și albastre care sînt rotunde"; în genere, el identifică cu ușurință două clase de aceeași extensiune, dar nu înțelege încă raportul de la subclasă la clasă, din lipsa unei reglări a lui „toți" și a lui „cîțiva". Mai mult încă, în numeroase situații ale vieții curente, pus în fața unui obiect sau a unui personaj x, copilului îi va fi greu să deosebească dacă e vorba de un același termen individual x, rămas identic cu el însuși, sau de un reprezentant oarecare x ori x' al aceleași clase X: obiectul rămîne astfel la jumătatea drumului dintre individ și clasă, printr-un fel de participare sau de exemplaritate. Spre exemplu, o fetiță, Jacqueline, văzîndu-și fotografia de cînd era mai mică, spune că „este Jacqueline, cînd era o Lucienne (= sora ei mai mică)"; o umbră sau un curent de aer produse pe masa de experiență pot fi „umbra dedesubtul arborilor" sau „vîntul" de afară, în aceeași măsură ca și un efect individual ținînd de aceeași clasă. În cercetările noastre asupra identității („Studii", vol. XXIV), aceasta procedează, la nivelul prezent, prin asimilări semi-generice cu acțiuni posibile, mai mult decît pe baza caracteristicilor obiectelor: mărgelele împrăștiate ale unui colier rupt sînt „același colier", pentru că poate fi refăcut etc.

Cît despre prerelații, la acest nivel ele pot fi observate cu duiumul. Subiectul *A*, de ex., are un frate *B*, dar contestă că acest frate *B* are și el un frate, fiindcă nu sînt „decît doi în familie". Un obiect *A* este la stînga lui *B* dar nu poate fi la dreapta altui obiect, fiindcă, dacă e la stînga,

acesta e un atribut absolut incompatibil cu orice poziție la dreapta. Dacă într-o seriere avem $A<B<C$, termenul B nu poate fi decît „mijlociu", căci calificativul de „mai mic", îl exclude pe acela de „mai mare" etc.

Într-un cuvînt, aceste preconcepte și prerelații rămîn la jumătatea drumului dintre schema de acțiune și concept, situația imediată și prezentă neputînd fi dominată de la o distanță suficientă, așa cum ar trebui să fie în cazul reprezentării, în opoziție cu acțiunea. Acest atașament durabil față de acțiune, cu conexiunile sale în parte nediferențiate între subiect și obiecte, se regăsește deci în cauzalitatea acestui nivel, care rămîne în esență psihomorfic: obiectele sînt un fel de ființe vii, înzestrate cu niște puteri oarecare, calchiate pe acelea ale acțiunii proprii, cum sînt acelea de a împinge, de a trage, de a atrage etc., atît de la distanță cît și prin contact, fără preocupare pentru direcția forțelor sau avînd o direcție exclusivă care e aceea a agentului, independent de punctele de impact asupra obiectelor pasive.

III. — AL DOILEA NIVEL PREOPERATOR

Acest al doilea sub-stadiu (5—6 ani) este marcat printr-un început de descentrare care permite descoperirea unor anumite legături obiective, datorită celor ce vom denumi „funcțiuni constituante". E destul de surprinzător, în general, de a regăsi între această a doua fază a inteligenței reprezentative preoperatorii și cea dintîi, aceleași relații ca între a doua și prima din fazele inteligenței senzori-motorii, descrise în sub-capitolul I: trecerea de la un egocentrism destul de radical la o descentrare relativă prin obiectivare și spațializare. Deosebirea este că, la nivelul senzori-motor, centrarea inițială este legată de corpul propriu (fără ca subiectul să fie conștient de acest lucru) în timp ce prin concep-

tualizare la nivelul de la 2 la 4 ani, are loc (dealtfel tot fără ca subiectul să fie conștient) simpla asimilare a obiectelor și a posibilităților lor cu caracteristicile subiective ale acțiunii proprii. Astfel, pe acest plan superior al preconceptelor și al prerelațiilor, se reproduce o centrare inițială și analoagă, fiindcă este vorba pe acest nou plan de a reconstrui ceea ce era de acum dobîndit la nivelul senzorimotor. După aceasta se regăsește o descentrare de asemenea analoagă, dar de astă dată nu numai între mișcări, ci și între concepte sau acțiuni conceptualizate, datorată de asemenea coordonărilor progresive care, pentru cazul în speță, vor lua forma de funcțiuni („Sudii", vol. XXIII).

În general, un copil de 5—6 ani știe, de pildă, că dacă se apasă cu creionul pe o plăcuță dreptunghiulară, în mijlocul ei, ea înaintează „drept înainte"; dacă însă se apasă lateral, ea „se învîrtește". De asemenea, el va ști să prevadă că, trăgînd de un capăt un fir așezat în unghi drept (Γ), unul din segmentele sale crește, iar celălalt se scurtează în lungime etc. Cu alte cuvinte, în asemenea cazuri, prerelațiile devin adevărate relații prin efectul coordonărilor lor, deoarece una dintre variabile se modifică sub dependența funcțională a celeilalte.

Această structură de funcție, considerată ca dependență între variațiile a doi termeni care sînt proprietăți raționale ale obiectelor, este de o mare fecunditate și nu fără motiv căutau în ea neokantienii una din caracteristicile rațiunii. În cazul special al acestui nivel, vom vorbi despre funcțiuni constituante, dar încă nu constituite, căci acestea din urmă, care se vor forma în stadiul operațiunilor concrete, comportă o cuantificare efectivă, pe cînd cele dintîi rămîn calitative sau ordinale. Acestea însă prezintă și ele, nu mai puțin decît primele, caracteristicile fundamentale ale funcției, anume de a fi o aplicație univocă „la dreapta" (adică în direcția acestei aplicații). Numai că, oricît ar fi de importantă această structură nouă (în noutatea ei, care nu era conținută dinainte în preconceptele și prerelațiile nivelului precedent, fiind dato-

rată coordonărilor înseşi), ea comportă totuşi limitări esenţiale, care fac din ea un termen de trecere între acţiuni şi operaţii, dar nu încă un instrument de apropriere imediată a acestora din urmă.

Într-adevăr, funcţia constituantă nu e reversibilă ca atare, ea este însă orientată şi în lipsa reversibilităţii încă nu comportă conservări necesare. În exemplul firului aşezat în unghi drept, subiectul ştie bine că trăgînd de unul din segmente, să zicem A, celălalt (B) se micşorează, dar în lipsa cuantificării el nu va bănui egalitatea $\triangle A = \triangle B$; în general, subiectul socoteşte că segmentul A se lungeşte mai mult decît se scurtează celălalt; el nu va admite mai ales conservarea lungimii totale $A+B$. Din cauza absenţei operaţiunilor inverse nu avem aici decît o semi-logică şi nu încă o structură operatorie. Or, acest caracter orientat, însă nu intrinsec reversibil al funcţiei constituante, prezintă o semnificaţie epistemologică interesantă, aceea de a arăta legăturile sale încă durabile cu schemele de acţiune: într-adevăr, acţiunea ca atare (adică nepromovată încă la rang de operaţie) este întotdeauna orientată către un scop şi de aici decurge rolul cu totul pregnant al noţiunii de ordine la acest nivel; un traseu, de pildă, este „mai lung" dacă ajunge „mai departe" (independent de punctele de plecare) etc. Într-un cuvînt, funcţia constituantă, fiind orientată, reprezintă structura semi-logică cea mai aptă de a traduce depedenţele revelate de acţiune şi schemele sale, fără însă ca ele să atingă totuşi reversibilitatea şi conservarea care caracterizează operaţiile.

Pe de altă parte şi în măsura în care ea exprimă legăturile interioare faţă de acţiune în calitatea ei de mediatoare între subiect şi obiecte, funcţia posedă, ca şi acţiunea însăşi, o natură dublă, îndreptată în acelaşi timp spre logică (prin aceea că ţine de coordonările generale între acte) şi spre cauzalitate (ea exprimînd legături materiale). Ne rămîne deci să amintim principalele trăsături ale prelogicii şi ale cauzalităţii, specifice acestui nivel de 5—6 ani, imediat anterior celuia al operaţiilor concrete.

În ceea ce privește logica, primul progres datorat coordonărilor între acțiunile conceptualizate este diferențierea constantă a individului și a clasei, ceea ce se observă în special în natura clasificărilor. La nivelul precedent, acestea mai constau încă în „colecții figurale", adică ansamblurile de elemente individuale sînt construite sprijinindu-se nu numai pe asemănări și deosebiri, ci și pe convergențe de naturi diferite (o masă și ceea ce se așază pe ea etc.) și mai ales din nevoia de a atribui ansamblului o configurație spațială (rînduri, careuri etc.), ca și cum colecția n-ar exista decît prin faptul calificării ei cu ajutorul proprietăților individuale, extensiunea neputînd fi disociată de comprehensiune. Această ultimă nediferențiere merge atît de departe încît, de exemplu, cinci elemente luate dintr-o colecție de zece, sînt adeseori considerate ca valorînd mai puțin decît aceleași cinci elemente preluate dintr-o colecție de treizeci sau de cincizeci. La nivelul actual, dimpotrivă, progresele asimilării coordonatoare disociază individul de clasă, iar colecțiile nu mai sînt figurale, ci constau în mici reuniri fără configurație spațială. Numai reglarea lui „toți" și a lui „cîțiva" e încă departe de a fi isprăvită, căci pentru a înțelege că $A<B$, e nevoie de reversibilitatea $A = B - A'$ și de conservarea lui B în întregime, după ce partea A a fost disociată de complementara sa A'.

În lipsa reversibilității și a acestor instrumente, chiar foarte elementare, de cuantificare, nu există încă deloc conservări de ansambluri sau de cantități de materie etc. Numeroase cercetări au reluat în mai multe țări experiențele noastre în această problemă și au confirmat existența acestor non-conservări specifice nivelurilor preoperatorii. În schimb, identitatea calitativă a elementelor în joc nu reprezintă o problemă: de exemplu, atunci cînd se face transvazarea unui lichid, subiectul va recunoaște că e „aceeași apă", chiar dacă crede că a crescut sau a scăzut în cantitate fiindcă nivelul ei s-a schimbat (evaluare ordinală în funcție numai de înălțime). J. Bruner vede în această identificare punctul de plecare al

conservării și ea îi este, într-adevăr, necesară ca o condiție prealabilă. Ea nu este însă de loc suficientă, căci identitatea nu înseamnă decît disocierea dintre calitățile observabile, a acelora care rămîn neschimbate, de acelea care se modifică; conservarea cantitativă presupune, dimpotrivă, construirea unor relații noi și, între altele, compensarea variațiilor cu sensuri diferite (înălțimea și grosimea coloanei de apă etc.), deci reversibilitatea operatorie și instrumentele de cuantificare pe care aceasta le atrage după sine.

Cît despre formele fundamentale de compoziții inferențiale, cum ar fi tranzitivitatea A (R) C dacă avem A (R) B și B (R) C, nici ele nu sînt dominate la acest nivel. Dacă, de pildă, subiectul vede cele două baghete $A<B$ împreună, apoi perechea $B<C$, el nu trage concluzia că $A<C$ dacă nu le percepe simultan. Sau dacă i se arată trei pahare de forme diferite, A conținînd un lichid roșu, C unul albastru și B rămînînd gol, apoi dacă, în spatele unui paravan, A se transvazează în C și viceversa, prin intermediul lui B, subiectul, văzînd rezultatul, își închipuie atunci că s-a turnat în același timp A direct în C și C direct în A fără a trece prin B și încearcă chiar să efectueze această încrucișare, înainte de a-i constata imposibilitatea. Acest defect de tranzitivitate se regăsește, de altă parte, în domeniul cauzalității, în ce privește procesele de transmitere imediată. În cazul unui rînd de bile imobile, din care prima e lovită de o altă bilă, iar ultima pornește atunci singură, subiecții de la acest nivel nu înțeleg, cum va fi cazul în stadiul următor, că o parte din impuls a traversat bilele intermediare; ei își imaginează, din contră, o succesiune de transmisiuni imediate, ca și cum fiecare bilă ar împinge pe cea următoare printr-o mișcare, precum bilele separate în spațiu. În cazul transmisiunilor imediate cu caracter curent, cum este izbirea unui glob de un altul, sau de o cutie etc., transmisiunea ca atare este înțeleasă în mod natural, dar direcțiile urmate de cele două mobiluri, pasiv și activ, după impact, nu sînt decît rău prevăzute și rău explicate.

Vîrsta de 7—8 ani, în medie, marchează o cotitură decisivă în construirea instrumentelor de cunoaștere: acțiunile interiorizate sau conceptualizate, cu care subiectul trebuia să se mulțumească pînă acum, dobîndesc rang de operații, în calitatea lor de transformări reversibile, care modifică anumite variabile și le păstrează pe celelalte cu titlu de invarianți. Această noutate fundamentală este datorată și de data aceasta progresului coordonărilor, specificul operațiilor fiind, înainte de toate, de a se constitui în sisteme de ansamblu sau în „structuri", susceptibile de închidere și asigurînd prin aceasta necesitatea compunerilor pe care le comportă, datorită jocului transformărilor directe și inverse.

Problema care se pune este așadar de a explica această noutate care, deși prezintă o schimbare calitativă esențială, deci o deosebire de natură față de cele precedente, nu poate constitui un început absolut și trebuie, pe de altă parte, să rezulte din transformări mai mult sau mai puțin continue. Într-adevăr nu se observă niciodată, în cursul dezvoltării, începuturi absolute, iar ceea ce e nou provine fie din diferențieri progresive, fie din coordonări treptate, fie din amîndouă concomitent, așa cum s-a putut constata pînă acum. Deosebirile de natură care separă comportările unui stadiu de comportările precedente, nu pot fi așadar concepute decît ca o trecere la limită, ale cărei caracteristici trebuie interpretate în fiecare caz. Un exemplu a fost trecerea de la succesiv la simultan, care face posibilă reprezentarea de la începuturile funcției semiotice. În cazul cunoașterii operațiilor, ne aflăm în prezența unui proces temporal analog, care se referă însă la contopirea într-un singur act a anticipărilor și a retroacțiunilor, ceea ce constituie reversibilitatea operatorie.

În această privință, exemplul serierii e deosebit de clar. Atunci cînd e vorba de a ordona după mărime zece baghete

puțin diferite între ele (astfel încît să fie nevoie a se compara două cîte două), subiecții de la primul nivel preoperator procedează prin perechi (una mică și una mare etc.) sau prin grupuri de trei (una mică, una mijlocie și una mare etc.), fără însă ca după aceasta să le poată coordona într-o serie unică. Subiecții de la al doilea nivel reușesc să aranjeze seria corectă, însă prin tatonări și îndreptarea greșelilor. La nivelul prezent, dimpotrivă, ei folosesc adeseori o metodă exhaustivă, constînd în căutarea mai întîi a celui mai mic element, apoi a celui mai mic dintre cele rămase etc. Așa cum se vede însă, această metodă înseamnă a admite dinainte că un element oarecare E va fi în același timp mai mare decît bastonașele deja așezate, fie $E>D, C, B, A$ și mai mic decît acelea care încă n-au fost așezate, fie $E<F, G, H$ etc. Noutatea constă, prin urmare, în utilizarea relațiilor $>$ și $<$, dar nu exclusiv a uneia sau a alteia ori prin alternanțe nesistematice în cursul tatonărilor, ci simultan. Într-adevăr, pînă la acest moment subiectul își orientează manipulările într-un singur sens al parcursului ($>$ sau $<$) și este pus în încurcătură de îndată ce se pun întrebări relativ la celălalt sens posibil. Din contră, de acum înainte, subiectul ține seamă în construcția sa de cele două sensuri concomitent (pentru că elementul căutat E este conceput ca fiind în același timp $>D$ și $<F$) și trece fără dificultate de la unul la celălalt; este deci justificat să se spună că în acest caz anticiparea (orientată într-unul din sensuri) și retroacțiunea devin solidare, ceea ce asigură reversibilitatea sistemului.

În genere (și dacă acest fapt este într-adevăr vizibil în cazul serierii, se poate spune același lucru și în cazul clasificărilor), trecerea la limita care caracterizează apariția operațiilor este, în opoziție cu reglările simple ce caracterizează nivelurile anterioare, că în loc de a proceda prin corecții ulterioare, operațiile constau într-o corecție prealabilă a erorilor, datorită dublului joc al operațiilor directe și inverse, sau altfel spus, așa cum s-a văzut, din anticipări și retroacțiuni combinate, sau mai precis, dintr-o anticipare posibilă

a retroacțiunilor înseși. În această privință, operația constituie ceea ce în cibernetică se numește uneori o reglare „perfectă".

O altă trecere la limită, dealtfel solidară cu precedenta, este aceea pe care o constituie închiderea sistemelor. Înainte de serierea operatorie, subiectul ajungea la serieri empirice, obținute prin tatonări; înainte de clasificările operatorii cu cuantificarea includerii ($A<B$), subiectul izbutea să construiască colecții figurale sau chiar non-figurale; înainte de sinteza numărului, el știe deja să numere pînă la anumite numere întregi dar fără conservarea întregului cu ocazia modificărilor figurale etc. În această privință, structura operatorie finală apare într-adevăr ca rezultatul unui proces constructiv continuu, dar fuziunea anticipărilor și retroacțiunilor, despre care s-a vorbit, atrage după sine o închidere a sistemului asupra lui însuși, ceea ce se traduce printr-o noutate esențială: legăturile sale interne devin prin aceasta necesare și nu mai constau în relații construite succesiv, fără legătură cu cele precedente. Această necesitate s-a născut astfel dintr-o reală trecere la limită, căci o închidere poate fi mai mult sau mai puțin completă și numai în momentul cînd e completă produce ea acest caracter de interdependențe necesare. Acestea se manifestă atunci sub forma a două proprietăți solidare, de acum încolo generale în toate structurile operatorii de la acest nivel: tranzitivitatea și conservările.

E de la sine înțeles că tranzitivitatea îmbucărilor sau a relațiilor ($A \leq C$ dacă $A \leq B$ și $B \leq C$) este legată de închiderea sistemelor atîta timp cît construcția acestora din urmă se realizează prin tatonări, în felul serierilor în care relațiile parțiale sînt mai întîi stabilite, înainte de a fi coordonate într-un tot, tranzitivitatea nu poate fi prevăzută ca o necesitate și nu devine evidentă decît prin percepția simultană a elementelor $A<B<C$; în măsura în care există, din contra, o anticipare a celor două sensuri ale parcursului $>$ și $<$, tranzitivitatea se impune ca o lege a sistemului și tocmai pentru că există un sistem, adică o închidere, fiindcă poziția

fiecărui element este dinainte determinată prin însăşi metoda folosită în construcţie.

Conservările, care constituie cel mai bun indiciu al formării structurilor operatorii, sînt legate totodată atît de tranzitivitate cît şi de închiderea structurilor. Pentru tranzitivitate, acest lucru e clar, căci dacă avem $A = C$ fiindcă $A = B$, iar $B = C$, înseamnă că de la A la C se conservă un oarecare caracter şi, de altă parte, dacă subiectul admite ca necesare conservările $A = B$ şi $B = C$, el va deduce din ele că $A = C$ în virtutea aceloraşi argumente. Cît despre aceste argumente, care se regăsesc în motivarea tuturor conservărilor, ele vădesc toate trei compoziţii specifice unei structuri închise asupra ei înşăşi, adică ale cărei transformări interne nu depăşesc graniţele sistemului şi nu recurg, pentru a fi efectuate, la nici un element exterior acestuia. Atunci cînd, în argunentul cel mai frecvent, subiectul spune pur şi simplu că acelaşi ansamblu sau acelaşi obiect, trecînd de la starea A la B, îşi conservă cantitatea, pentru că „nu s-a scos, nici nu s-a adăugat nimic", sau pur şi simplu „pentru că e acelaşi", nu mai e vorba, într-adevăr, de identitatea calitativă specifică nivelului precedent, tocmai fiindcă aceasta din urmă nu implica egalitatea sau conservarea cantitativă. E vorba deci de ceea ce în limbajul „grupurilor" a fost denumit „operaţia identică" $+0$ şi această operaţie nu are sens decît în interiorul unui sistem. Atunci cînd (al doilea argument) subiectul spune că de la A la B există conservare fiindcă starea B poate fi readusă la starea A (reversibilitate prin inversiune), e vorba din nou de o operaţie inerentă unui sistem, căci revenirea empirică posibilă de la B la A era şi ea admisă uneori la nivelul precedent, dar tot fără ca din această cauză să atragă după sine conservarea. În al treilea rînd, atunci cînd subiectul spune că se conservă cantitatea pentru că obiectul s-a alungit dar în acelaşi timp s-a strîmtat (sau colecţia ocupă un spaţiu mai mare, dar devine mai puţin densă) şi că una din cele două modificări o compensează pe cealaltă (reversibilitate prin reciprocitatea relaţiilor) este şi mai clar că avem de-a face cu un sistem de

ansamblu și închis asupra sa însuși; într-adevăr, subiectul nu face nici o măsurătoare pentru a evalua variațiile și nu judecă compensarea lor decît *a priori* și în mod pur deductiv, ceea ce implică postulatul prealabil al unei invarianțe a sistemului total.

Acestea sînt progresele destul de considerabile care marchează începutul stadiului operațiilor concrete în ceea ce privește aspectul lor logic. Se poate vedea că trecerile la limită despre care am vorbit și care separă acest nivel de cel precedent sînt de fapt complexe și comportă în realitate trei momente solidare. Primul este acel al unei abstracții reflectante care extrage din structurile inferioare ceea ce e necesar pentru construirea celor superioare: de pildă, ordonarea care constituie serierea derivă din ordonările parțiale care au intervenit deja în construirea perechilor, a grupurilor de trei sau a seriilor empirice; grupările care caracterizează clasificările operatorii sînt derivate din grupările parțiale, operate încă de la colecțiile figurale și de la formarea conceptelor peoperatorii etc. Al doilea moment este acel al unei coordonări care vizează să cuprindă totalitatea sistemului și tinde astfel la închiderea lui, legînd între ele aceste diverse ordonări sau grupări parțiale etc. Ca urmare, al treilea moment este acel al autoreglării unui asemenea proces coordonator, care duce la echilibrarea conexiunilor, în cele două sensuri, direct și invers, ale construcției, astfel încît punerea în echilibru caracterizează această trecere la limită care generează noutăți specifice acestor sisteme în raport cu cele precedente, și anume reversibilitatea lor operatorie.

Aceste faze diferite se regăsesc în special în sinteza numărului întreg, pornind de la includerile de clase și de la relațiile de ordine. Specificul unui ansamblu numeric sau care poate fi numărat, pentru a nu spune enumerabil, în opoziție cu colecțiile care sînt doar clasabile sau seriabile, este mai întîi faptul de a face abstracție de calitățile termenilor individuali, în așa fel încît acești termeni să devină toți echivalenți. Acest lucru odată obținut, ei ar putea fi totuși distribuiți în clase incastrate $(1) < (1+1) < (1+1+1) <$ etc.,

cu condiția însă de a le putea deosebi, căci altfel un element ar putea fi numărat de două ori, iar un altul, uitat. Însă de îndată ce calitățile diferențiale ale indivizilor, |, |, | etc., au fost eliminate, ei nu mai pot fi deosebiți unul de altul și, menținîndu-ne la operațiile logicii claselor calitative, nu ar putea da loc decît la tautologia $A + A = A$ și nu la iterația $| + | = ||$. În lipsa calității, singura deosebire care subzistă încă, este aceea care rezultă din ordinea $| \rightarrow | \rightarrow | \rightarrow \ldots$ (poziții în spațiu sau în timp, sau ordine de enumerare), cu toate că e vorba aici de o ordine vicariantă (astfel încît rămîne aceeași cînd se permută termenii). Numărul apare deci ca o fuziune operatorie a includerii claselor și a ordinii seriale, sinteză care devine necesară de îndată ce se face abstracție de calitățile diferențiale pe care se bazează clasificările și serierile. De fapt, construirea numerelor întregi pare să se efectueze tocmai în acest fel, prin sincronizarea cu formarea celorlalte două structuri (vezi „Studii", vol. XI, XIII și XVII).

Or, într-o noutate de acest fel se regăsesc cele trei momente principale ale oricărei construcții operatorii, așa cum s-a indicat mai sus: o abstracție reflectantă care furnizează legăturile de îmbucare și de ordonare, o coordonare nouă care le reunește într-un tot $\{[(|) \rightarrow (||)] \rightarrow (|||)\}$ ... etc., și o autoreglare sau echilibrare care permite parcurgerea sistemului în cele două sensuri (reversibilitatea adunării și scăderii), asigurînd conservarea fiecărui ansamblu sau subansamblu. Nu se poate spune, dealtfel, că această sinteză a numărului se realizează după ce structurile de clasificare și de seriere s-au definitivat, căci încă de la nivelurile preoperatorii se găsesc numere figurale fără conservarea totului, iar construirea numărului poate favoriza pe aceea a includerilor de clase, tot atît și uneori chiar mai mult decît inversul: se pare deci, că pornind de la structurile inițiale, s-ar putea să fie aici o abstractizare reflectantă a legăturilor de îmbucare și de ordonare, în scopuri multiple, cu schimburi colaterale variabile între

cele trei structuri fundamentale de clase, relații și numere.

Operațiile spațiale („Studii", vol. XVIII și XIX) se constituie în strîns paralelism cu cele precedente, cu excepția că îmbucările nu se mai bazează pe asemănări și deosebiri calitative, cum e cazul claselor de obiecte discrete, ci pe învecinări și separări. În acest caz, totul nu mai este o colecție de termeni discontinui, ci un obiect total și continuu, ale cărui bucăți sînt reunite și îmbucate, ori disociate, după următorul principiu de vecinătate: operațiile elementare de împărțire sau de așezare și deplasare sînt izomorfe cu cele de includere sau de seriere, cu atît mai mult cu cît la nivelul preoperator inițial există o indiferențiere relativă între obiectele spațiale și colecțiile prelogice (cf. colecțiile figurale cu aranjament spațial, sau numerele figurale evaluate după configurația lor sau după lungimea rîndurilor). Către vîrsta de 7—8 ani, cînd diferențierea dintre aceste două feluri de structuri devine clară, se poate vorbi de operații logico-aritmetice, despre acelea care se bazează pe discontinuu și pe asemănări sau deosebiri (echivalențe de diferite grade), și de operații infralogice, despre acelea care depind de continuu și de vecinătăți, căci dacă sînt izomorfe, ele sînt totuși de „tipuri" diferite și nontranzitive între ele. Cele dintîi pornesc de la obiecte pentru a le grupa sau a le seria etc., pe cînd celelalte descompun un obiect dintr-o singură bucată; cît despre tranzitivitate, dacă Socrate este un atenian și, în consecință, un grec, un european etc., dimpotrivă, nasul lui Socrate, deși îi aparține, nu este nimic din toate acestea.

Izomorfismul acestor operații logico-aritmetice și infralogice sau spațiale este deosebit de vizibil în cazul construcției măsurii, care se efectuează într-un mod foarte analog aceluia al numărului, însă cu un mic decalaj în timp, din cauză că unitatea nu este sugerată de caracterul discontinuu al elementelor, ci trebuie construită prin decuparea continuului și anticipată, ea putînd fi transferată

pe celalte părți ale obiectului. Măsura apare atunci (iar etapele laborioase ale acestei elaborări pot fi urmărite pas cu pas în conduitele succesive) ca o sinteză o împărțirii și a deplasărilor ordonate, în strîns paralelism cu sinteza îmbucării și a relațiilor de ordine în construirea numărului. Abia la capătul acestei noi sinteze, măsura poate fi simplificată sub forma unei aplicări directe a numărului la continuul spațial (firește, în afară de cazul cînd i se oferă subiectului unități gata confecționate), însă pentru a ajunge acolo trebuie să se treacă prin ocolul infralogic necesar.

La aceste multiple achiziții care marchează primul nivel al stadiului operațiilor concrete trebuie adăugate acelea care privesc cauzalitatea. După cum la nivelurile preoperatorii aceasta din urmă constă, în primul rînd, în atribuirea de scheme de acțiune proprie obiectelor (mai întîi sub forma psihomorfă, apoi descompunînd aceste scheme în funcțiuni obiectivabile), tot așa, de la vîrsta de 7—8 ani cauzalitatea constă într-un fel de atribuire a operațiilor înseși obiectelor promovate în acest fel la rangul de operatori, ale căror acțiuni devin compozabile într-un mod mai mult sau mai puțin rațional. Așa se face că în chestiunile de transmitere a mișcării, tranzitivitatea operatorie se traduce prin formarea unui concept de transmitere mediată „semi-internă": continuînd să admită, de exemplu, că mobilul activ pune în mișcare pe ultimul dintre cele pasive, fiindcă mobilurile intermediare s-au deplasat ușor pentru a se împinge unele pe altele, subiectul va presupune totuși să acești mediatori au fost străbătuți de un „elan", un „curent" etc. În problemele de echilibru între greutăți, subiectul va invoca compensări și echivalențe, atribuind obiectelor compoziții aditive și reversibile totodată. Într-un cuvînt, se poate vorbi de un început de cauzalitate operatorie, fără ca aceasta să însemne, dealtfel, că operațiile descrise mai sus se constituie în deplină autonomie, pentru a fi abia după aceea atribuite realului: dimpotrivă, adeseori, cu prilejul unei încercări

de explicație cauzală, sinteza operatorie și atribuirea ei obiectelor se efectuează simultan, prin interacțiunile variate între formele operatorii datorate abstractizării reflectante și conținuturile deduse din experiența fizică prin abstractizare simplă și putînd favoriza (sau inhiba) structurările logice și spațiale.

Această ultimă observație ne determină să insistăm acum asupra limitelor proprii acestui nivel sau caracteristice operațiilor concrete în general. Într-adevăr, contrar operațiilor pe care le vom numi formale la nivelul vîrstei de 11—12 ani și care se caracterizează prin posibilitatea de a raționa asupra unor ipoteze, deosebind necesitatea conexiunilor datorate formei de adevărul conținuturilor, operațiile „concrete" se referă direct la obiecte: aceasta înseamnă deci a acționa mai departe asupra lor, ca și la nivelurile preoperatorii, conferind însă acestor acțiuni (sau acelora care le sînt atribuite atunci cînd sînt considerate ca operatori cauzali) o structură operatorie, adică putîndu-se compune în mod tranzitiv și reversibil. Așa fiind, este clar că unele obiecte se vor preta mai mult sau mai puțin ușor la această structurare, pe cînd altele vor rezista, ceea ce înseamnă că forma nu poate fi disociată de conținuturi, și că aceleași operații concrete nu se vor aplica decît cu decalaje cronologice la conținuturi diferite: așa se face că, conservarea cantităților, serierea etc., și chiar tranzitivitatea echivalențelor nu sînt dominate, în cazul greutății, decît pe la 9—10 ani și nu la 7—8 ani, ca pentru conținuturi simple, pentru că greutatea este o forță și dinamismul ei cauzal e un obstacol pentru aceste structuri operatorii; și totuși, atunci cînd ele au loc, acest lucru se produce cu aceleași metode și aceleași argumente ca și conservările, serierile sau tranzitivitatea de la vîrsta de 7—8 ani.

O altă limitare fundamentală a structurilor operatorii concrete este că compozițiile lor acționează treptat și nu după combinații arbitrare. Astfel este caracterul esențial al structurilor de „grupări", al căror exemplu simplu este

clasificarea. Dacă A, B, C etc., sînt clase îmbucate și A', B', C', complementarele lor după acea care urmează, avem:

(1) $A + A' = B;\ B + B' = C;$ etc.
(2) $B - A' = A;\ C - B = B';$ etc.
(3) $A + 0 = A$
(4) $A + A = A,$ de unde $A + B = B;$ etc.
(5) $(A + A') + B' = A + (A' + B')$
însă: $(A + A) - A = A + (A - A)$
căci: $A - A = 0,$ și $A + 0 = A.$

În acest caz o compoziție neînvecinată, cum este $A + F'$, nu dă o clasă simplă, ci ajunge la $(G - E' - D' - C' - B' - A')$. Acesta e cazul și în „gruparea" unei clasificări zoologice, în care „stridia + cămila" nu se pot compune altfel. Or, una din particularitățile acestui prim nivel al operațiilor concrete este că, sinteza însăși a numărului, care pare să se poată sustrage acestor limitări (fiindcă numerele întregi formează cu zero și numerele negative un grup, iar nu o grupare), nu acționează decît treptat; P. Gréco a arătat că, într-adevăr construirea numerelor naturale nu se efectuează decît după ceea ce s-ar putea numi o aritmetizare progresivă, ale cărei etape ar fi caracterizate aproximativ prin numerele 1—7; 8—15; 16—30; etc. Dincolo de aceste granițe, a căror deplasare e destul de lentă, numerele n-ar comporta decît aspecte incluzive (clase) sau seriale, înainte ca sinteza acestor două caractere să se definitiveze („Studii", vol. XIII).

V. — AL DOILEA NIVEL AL OPERAȚIILOR CONCRETE

În acest sub-stadiu (către vîrsta de 9—10 ani), în afară de formele parțiale deja echilibrate încă de la primul nivel, e atins echilibrul general al operațiilor „concrete". Pe de

altă parte, acesta este palierul la care lacunele specifice naturii însăşi a operaţiilor concrete încep să se facă simţite în unele sectoare, anume în acel al cauzalităţii şi în care aceste noi dezechilibre pregătesc oarecum reechilibrarea de ansamblu care caracterizează stadiul următor, din care se observă uneori cîteva trăsături intuitive.

Noutatea acestui sub-stadiu iese în evidenţă mai ales în domeniul operaţiilor infralogice sau spaţiale. Astfel, încă de la vîrsta de 7—8 ani se văd constituindu-se anumite operaţii ce se referă la perspectivele şi la schimbările de puncte de vedere privind acelaşi obiect, a cărui poziţie în raport cu subiectul este modificată. Dimpotrivă, abia către 9—10 ani se poate vorbi de o coordonare a punctelor de vedere faţă de un ansamblu de obiecte, de exemplu trei munţi sau trei clădiri care vor fi observate în situaţii diferite. Tot la acest nivel, măsurătorile spaţiale, după una, două sau trei dimensiuni, determină construirea de coordonate naturale, care le leagă într-un sistem total: de asemenea, tot abia spre 9—10 ani vor fi intuite orizontalitatea nivelului apei într-un recipient înclinat sau verticalitatea unui fir cu o greutate, de lîngă un perete oblic. În general, în toate aceste cazuri e vorba de construirea unor legături interfigurale pe lîngă conexiunile intrafigurale, singurele care interveneau în primul sub-studiu, sau, dacă se preferă, de elaborarea unui spaţiu în opoziţie cu figurile simple.

Din punctul de vedere al operaţiilor logice, se pot remarca următoarele. Încă de la vîrsta de 7—8 ani, subiectul este capabil să construiască structuri multiplicative, precum şi aditive: table cu dublă intrare (matrice) care comportă clasificări după două criterii deodată, corespondenţe seriale sau duble serieri (de ex. frunze de arbori, seriate pe verticală după mărimea lor şi pe orizontală după nuanţele lor mai mult sau mai puţin închise). Aici e însă vorba mai curînd de soluţii reuşite în raport cu problema pusă („a aranja figurile cît mai bine cu putinţă", fără sugerarea aranjamentului care trebuie găsit), decît de o

utilizare spontană a structurii. În schimb, la nivelul de 9—10 ani, atunci cînd e vorba de a desprinde legături funcționale într-o problemă de inducție (de exemplu, între unghiurile de reflexie și de incidență), se observă o capacitate generală de a desprinde covariații cantitative, fără a disocia încă factorii, așa cum va fi cazul în stadiul următor, ci punînd în corespondență relații seriate sau clase. Oricît de global ar putea rămîne procedeul, atunci cînd variabilele nu sînt suficient de distincte, metoda vădește o structurare operatorie eficace. La fel, asistăm la un progres categoric în ce privește comprehensiunea intersecțiilor: pe cînd produsul cartezian reprezentat de matrice cu dublă intrare e sesizat cu ușurință încă de la nivelul de 7—8 ani, ca structură multiplicativă completă (și aceasta aproape concomitent cu manipularea unor clase disjuncte într-o grupare aditivă), intersecția a două sau mai multe clase nedisjuncte nu este dominată, dimpotrivă, decît la nivelul prezent, precum și în multe cazuri încă, de cuantificarea incluziunii $AB<B$.

Pe teren cauzal, din contra, acest nivel de la 9—10 ani prezintă un amestec destul de curios de progrese însemnate și de lacune nu mai puțin izbitoare care uneori se manifestă chiar ca un fel de regresiuni aparente. Vom începe cu examinarea progreselor. Considerațiile dinamice și cinematice rămîneau pînă acum nediferențiate, din cauza că mișcarea însăși cu viteza ei era considerată ca un fel de forță, numită adeseori „elan": cu toate acestea, la nivelul de 9—10 ani, asistăm la o asemenea disociere și coordonare, încît mișcările și mai ales schimbările de viteză solicită intervenția unei cauze exterioare, ceea ce în termeni de acțiune se poate simboliza precum urmează, adică forța f exercitîndu-se pe o durată de timp t și pe o distanță e (fie *fte*): $fte = dp$ în sensul $fte \rightarrow dp$, în care $dp = d(mv)$ și nu $m\,dv$, pe cînd la nivelul precedent aveam pur și simplu $fte \equiv dp$, sau chiar $fte \equiv p$. Accelerația (cf. $f = ma$) va interveni în stadiul următor. De altă parte, diferențierea dintre forță și mișcare conduce la unele

progrese, direcționale sau prevectoriale, ținînd seamă totodată de sensul împingerilor sau tracțiunilor mobilului activ și de rezistența mobilurilor pasive (concepută ca o frînare, fără ca să apară încă noțiunile de reacții). În cazul greutății, acest progres e destul de clar. De pildă, pînă acum, subiectul considera că o tijă aflată în poziție oblică va cădea în direcția înclinării sale, pe cînd la nivelul actual ea cade vertical. De acum înainte, el apreciază că, pentru a urca un vagon pe un plan înclinat e necesară a forță mai mare decît pentru a-l ține în loc, pe cînd la nivelul precedent, el considera, dimpotrivă, că vagonul reținut are tendința să coboare, pe cînd dacă e urcat, el nu mai coboară! Orizontalitatea suprafeței apei este explicată de acum înainte prin greutatea lichidului (considerat pînă acum ca fiind „ușor" fiindcă e mobil) și prin tendința lui de a coborî, ceea ce exclude inegalitățile de înălțime: în acest din urmă caz, se vede interdependența strînsă dintre construcțiile spațiale inerfigurale (coordonate naturale) și progresul cauzal, care face să intervină forțe și direcții ce nu mai depind, ca pînă acum, numai de interacțiunile dintre apă și recipientul său.

Dar prețul acestei dezvoltări a cauzalității este că subiectul își pune o serie de noi probleme dinamice pe care nu le poate stăpîni, și de aici rezultă uneori o aparență de regresiune. De exemplu, prin faptul că el consideră acum că greutatea coboară vertical, subiectul va admite cu ușurință că ea cîntărește mai mult la capătul de jos al firului, decît sus (sau va admite inversul din cauza viitoarei căderi a acesteia . . .). Sau chiar va considera că greutatea unui corp crește odată cu împingerea și scade cu viteza lui, ca și cum din $p = mv$, s-ar deduce $m = p: v$; etc. În acest caz se înțelege de la sine că asemenea presupuneri sînt un obstacol pentru compozițiile aditive etc., și de aceea reacțiile par regresive. Subiectul se descurcă deosebind două aspecte sau domenii. De o parte, el consideră greutatea în calitatea ei de proprietate invariantă a corpurilor: într-adevăr, conservarea greutății în

urma schimbărilor de formă ale obiectului începe tocmai la acest nivel, la fel ca și serierile, tranzitivitatea și alte compoziții operatorii aplicate acestei noțiuni. Pe de altă parte însă, el judecă acțiunile sale variabile, susținînd pur și simplu că în unele cazuri greutatea „dă" sau „atîrnă" (sau „trage" etc.) mai mult decît în altele, ceea ce nu este fals, dar rămîne incomplet și arbitrar, atîta timp cît nu va exista compunerea greutății cu mărimile spațiale (lungimi, suprafețe sau volume cu noțiunile de moment, de presiune, de densitate sau greutate relativă, și mai ales de travaliu), așa cum se întîmplă în stadiul următor.

Considerat în ansamblu, al doilea nivel al stadiului operațiilor concrete prezintă o situație paradoxală. Am asistat pînă acum, pornind de la un nivel inițial de nediferențiere între subiect și obiect, la progrese complementare și relativ echivalente în cele două direcții ale coordonării interne a acțiunilor și apoi a operațiilor subiectului, și ale coordonării externe a acțiunilor, mai întîi psihomorfe, apoi operatorii, atribuite obiectelor. Cu alte cuvinte am observat, nivel după nivel, două feluri de dezvoltări, strîns solidare: acel al operațiilor logico-matematice și acel al cauzalității, cu influența constantă a celor dintîi asupra celei de a doua din punctul de vedere al atribuirii unei forme la un conținut și cu influența reciprocă din punctul de vedere al înlesnirilor sau rezistențelor pe care conținutul le oferă sau le opune formei. Spațiul, care ține în același timp de operațiile geometrice sau infralogice ale subiectului și de proprietățile statice, cinematice și chiar dinamice ale obiectului, participă la ambele mișcări sau naturi, și de aici descurge rolul său constant de organ de legătură. Or, în acest al doilea sub-stadiu al stadiului operațiilor concrete ne aflăm în prezența unei situații care, odată cu prelungirea situațiilor precedente, comportă și următoarea noutate.

De o parte, operațiile logico-matematice, inclusiv cele spațiale, ajung, prin generalizările și echilibrarea lor, la o extindere și utilizare maxime, însă sub forma lor foarte

limitată de operații concrete, cu tot ceea ce comportă ca restricții structurile de „grupări" (în ce privește clasele și relațiile), abia depășite începuturi de aritmetizare și de geometrizare metrică. De altă parte, dezvoltarea cercetărilor și chiar a explicațiilor cauzale, în progres net față de acelea din primul sub-stadiu (de la 7 la 8 ani), îl determină pe subiect de a ridica un ansamblu de probleme cinematice și dinamice, pe care nu este încă în stare să le rezolve cu mijloacele operatorii de care dispune. Urmează atunci, și tocmai aici este noul, o serie de dezechilibre fecunde, analoage, fără îndoială, din punct de vedere funcțional cu acelea care intervin chiar de la începuturile dezvoltării, dar a căror importanță pentru structurările ulterioare e mult mai mare: ele vor conduce într-adevăr la completarea structurilor operatorii deja construite și pentru prima oară stabile, construind pe baza lor „concretă" acele „operații asupra operațiilor" sau operații la puterea a doua, care vor constitui operațiile propoziționale sau formale cu combinatorul lor, cu grupele lor de cuaternalitate, cu proporționalitățile și distributivitățile lor și cu tot ceea ce aceste noutăți fac să fie posibil pe terenul cauzalității.

VI. — OPERAȚIILE FORMALE

Cu structurile operatorii formale, care încep să se constituie către 11—12 ani, ajungem la a treia mare etapă a procesului care conduce operațiile la eliberarea de durată, adică de fapt de contextul psihologic al acțiunilor subiectului, cu tot ceea ce ele comportă ca dimensiuni cauzale pe lîngă proprietățile lor implicatoare sau logice, pentru a atinge în cele din urmă acel caracter extemporaneu, care este specificul legăturilor logico-matematice epurate. Prima etapă era aceea a funcțiunii semiotice (că-

tre 1 1/2 — 2 ani) care, cu interiorizarea imitației în imagini și însușirea limbajului, permite condensarea acțiunilor succesive în reprezentări simultane. A doua mare etapă este aceea a începutului operațiilor concrete care, coordonînd anticipările și retroacțiunile, ajung la o reversibilitate susceptibilă de o întoarcere în timp și de asigurarea păstrării punctelor de plecare. Dar dacă se poate vorbi deja, în această privință, de o mobilitate cîștigată asupra duratei, aceasta rămîne legată de acțiuni și manipulări care sînt ele însele succesive, fiindcă e vorba, de fapt, de operații care rămîn „concrete", adică referitoare la obiecte și transformări reale. Operațiile „formale", dimpotrivă, marchează o a treia etapă, în care cunoașterea depășește realul însuși, pentru a-l insera în posibil și pentru a lega direct posibilul de necesar, fără mediația indispensabilă a concretului: or, posibilul cognitiv, cum este, de exemplu, succesiunea infinită a numerelor întregi, puterea continuului, sau pur și simplu cele șaisprezece operații care rezultă din combinațiile a două propoziții p și q și din negațiile lor, este esențialmente extemporaneu în opoziție cu virtualul fizic ale cărui realizări se desfășoară în timp.

Într-adevăr, prima „caracteristică" a operațiilor formale este de a „putea cuprinde ipoteze," și nu numai obiecte: toți autorii au observat apariția, în jurul vîrstei de 11 ani, a acestei noutăți fundamentale. Ea implică însă o a doua noutate, la fel de esențială: „ipotezele nefiind obiecte, sînt propoziții și conținutul lor constă în operații intrapropoziționale de clase, relații etc., care ar putea fi verificate direct; același lucru se poate spune despre consecințele trase din ele pe cale inferențială; din contră, operația deductivă care duce de la ipoteze la concluziile lor, nu mai e de același tip, dar e interpropozițională și constă deci dintr-o operație efectuată asupra unor operații, adică o operație la puterea a doua." Or, aceasta e o caracteristică foarte generală a operațiilor care trebuie să aștepte acest din urmă nivel pentru a se constitui, fie că e vorba de a se folosi implicațiile logicii propozițiilor, sau să

se elaboreze relații între relații (proporții, distributivitate etc.), să se coordoneze două sisteme de referință, etc.

Puterea de a forma operații asupra operațiilor este aceea care permite cunoașterii să depășească realul și îi deschide calea nelimitată a posibilelor cu ajutorul combinatoriului, liberîndu-se astfel treptat de construcțiile la care rămîn supuse operațiile concrete. Într-adevăr, combinațiile de *n* cîte *n* constituie de fapt o clasificare a tuturor clasificărilor posibile, operațiile de permutare revin la o seriere a tuturor serierilor posibile etc. Una din noutățile esențiale ale operațiilor formale constă astfel în îmbogățirea ansamblurilor inițiale, prin elaborarea unor „ansambluri ale părților" sau simplexuri, care se bazează pe un combinatoriu. Se știe că în special operațiile propoziționale comportă această structură, ca și logica claselor în general, atunci cînd se eliberează de limitele proprii „grupărilor" inițiale, de la care derivă construirea de „rețele". Apare deci cu evidență unitatea profundă a cîtorva noutăți indicate pînă acum.

Mai există însă și o altă noutate, de asemenea fundamentală, și pe care analiza datelor psihologice ne-a permis s-o punem în evidență în anii 1948—49, înainte ca logicienii să se intereseze și ei de această structură: este vorba de unirea într-un singur „grup cuaternar" (grupul lui Klein) a inversiunilor și reciprocităților în sînul combinațiilor propoziționale (sau a unui „ansamblu al părților" în general). În sînul operațiilor concrete există două forme de reversibilitate: inversarea sau negația, care duce la anularea unui termen, de exemplu $+A - A = 0$, și reciprocitatea ($A = B$ *și* $B = A$), care duce la echivalențe, deci la o suprimare a diferențelor. Dacă însă inversarea caracterizează grupările de clase, iar reciprocitatea pe acelea de relații, nu există încă deloc, la nivelul operațiilor concrete, un sistem de ansamblu care să lege aceste transformări într-un singur tot. Dimpotrivă, la nivelul combinatoriului propozițional, orice operație, cum ar fi $p \supset q$ comportă una inversă N fie $p.\bar{q}$. și o reciprocă R, fie $\bar{p} \supset \bar{q}$

$= q \subset p$, precum și o corelativă C (fie $\overline{p}.q$ prin permutarea disjuncțiilor și conjuncțiilor în forma sa normală) care este inversul reciprocei sale. Avem atunci un grup comutativ, $NR = C$; $CR = N$; $CN = R$ și $NRC = I$, ale cărui transformări sînt operații la puterea a treia, întrucît operațiile pe care le leagă astfel sînt deja la puterea a doua. Acest grup, despre a cărui structură subiectul nu are, firește, nici o idee, exprimă cu toate acestea ceea ce devine el capabil să facă ori de cîte ori distinge o inversiune și o reciprocitate pentru a le compune între ele. Atunci cînd e vorba, de exemplu, de a coordona două sisteme de referință, în cazul unui mobil A, care se deplasează pe un suport B, obiectul A poate rămîne în același punct față de exterior, fie prin inversarea mișcării sale, fie printr-o compensare între deplasările sale și acelea alș suportului: asemenea compoziții însă nu sînt anticipate decît la nivelul prezent și implică grupul *INRC*. La fel stau lucrurile cu problemele de proporționalitate etc., plecînd de la proporții logice, inerente acestui grup ($I : N : C : R$; etc.).

Ansamblul acestor noutăți, care permit a se vorbi, în sfîrșit, de operații logico-matematice autonome și bine diferențiate față de acțiunile materiale cu dimensiunea lor cauzală, este însoțit de un ansamblu corelativ, la fel de fecund în domeniul cauzalității însăși, căci potrivit chiar acestei diferențieri, se stabilesc raporturi de coordonare și chiar de sprijin reciproc pe cel puțin două paliere, și într-un fel care se înrudește din ce în ce mai mult cu procedeele gîndirii științifice însăși.

Primul din aceste paliere este chiar acel al lecturii datelor experienței fizice (în sens larg), căci (vom reveni asupra acestei chestiuni în cap. III) nu există experiență pură în sensul empirismului, iar faptele nu sînt accesibile decît dacă sînt asimilate de către subiect, ceea ce presupune intervenția unor instrumente logico-matematice de asimilare, constructoare de relații care încadrează sau structurează aceste fapte și le îmbogățesc în aceeași măsură. În această privință e de la sine înțeles că instrumentele

operatorii elaborate de gîndirea formală permit lectura unui mare număr de date noi ale experienței, fie chiar numai cu condiția de a coordona două sisteme de referință. Nu există însă, în acest caz, un proces în sens unic, căci dacă o formă operatorie este totdeauna necesară pentru structurarea conținuturilor, acestea pot adeseori favoriza construirea de noi structuri adecvate. Acesta e, în special, cazul în domeniul legilor de formă proporțională sau ale distributivității etc.

Dacă primul palier este, prin urmare, acel al operațiilor aplicate la obiect, care asigură, între altele, inducția legilor fizice elementare, al doilea palier va fi acel al explicației cauzale însăși, adică al operațiilor atribuite obiectelor. În această privință se observă la nivelul prezent același progres masiv în domeniul cauzalității ca și în acel al operațiilor logico-matematice. Pe acest din urmă teren, rolului general al posibilului îi corespunde, pe plan fizic, rolul virtualului, care permite să se înțeleagă că forțele continuă să intervină într-o stare imobilă, sau că într-un sistem de mai multe forțe, fiecare își păstrează acțiunea, compunînd-o totodată cu acțiunile celorlalte forțe; la aceste concepte care depășesc granițele observabilului se leagă chiar noțiunea de transmiteri pur „interne", fără deplasare morală a intermediarelor. Construirii de operații asupra operațiilor sau de relații din relații îi corespund, între altele, relații noi, de gradul doi, între o greutate sau o forță și mărimi spațiale: densitatea în general, relațiile între greutate și volum în cazul plutirii, presiunea în ce privește suprafețele, ori momentul și mai ales travaliul în ce privește lungimea sau distanțele parcurse. Schemelor combinatorii și structurii operatorii a ansamblului părților le corespund, de o parte, noțiunea spațială a unui continuu care ocupă interiorul suprafețelor (concepute pînă acum mai ales în funcție de perimetrul lor) și al volumelor. De aici importanța, în acest stadiu, a luării în considerare a volumelor (conservarea lor în urma schimbărilor de formă începe abia la acest nivel), a relațiilor

lor cu greutatea și a modelelor corpusculare ce permit înzestrarea lor cu elementele invizibile, mai mult sau mai puțin „înghesuite". De altă parte, acestor scheme le corespund începuturile compoziției vectoriale a direcțiilor, pe cînd comprehensiunea intensităților e asigurată prin transformările noțiunii de forță, devenite posibile — așa cum s-a văzut — prin intervenția virtualului.

În sfîrșit, grupului INRC îi corespunde comprehensiunea unui ansamblu de structuri fizice, dintre care acelea de acțiuni și reacțiuni: de pildă, subiectul va înțelege că, într-o presă hidraulică, creșterea densității lichidului ales se opune coborîrii pistonului, în loc de a o facilita, cum se credea pînă acum; sau că, dacă experimentatorul și el însuși bagă fiecare monedă în ambele părți ale unui bloc de pastă, subiectul va ști să prevadă că adînciturile vor fi egale, pentru că la presiuni inegale între ele se opun de fiecare dată rezistențe echivalente. În aceste cazuri, atît previziunea direcțiilor opuse (dificilă cînd e vorba de un lichid), cît și estimarea forțelor, presupun diferențierea și coordonarea reciprocităților și a inversărilor, deci un grup izomorf grupului INRC.

În total, acest din urmă nivel prezintă un caracter izbitor, în continuitate dealtfel cu ceea ce ne învață întreaga psihogeneză a cunoștințelor începînd cu indiferențierile inițiale (descrise la § I). În măsura în care operațiile logico-matematice ale subiectului, datorită abstracțiilor reflectante, se interiorizează construind operații asupra altor operații, și în măsura în care este atinsă, în sfîrșit, această extemporaneitate care caracterizează ansamblurile de transformări posibile și nu numai reale, universul fizic, în dinamismul său spațio-temporal, înglobînd subiectul ca o parte infimă printre celelalte, începe să devină accesibil la o lectură obiectivă a unora din legile sale și mai ales la explicații cauzale care obligă spiritul la o permanentă descentrare, în procesul de apropriere a obiectelor. Cu alte cuvinte, îndoita mișcare de interiorizare și de exteriorizare, care începe chiar de la naștere, parvine

să asigure acest acord paradoxal dintre o gîndire care se eliberează în sfîrșit de acțiunea materială și de un univers care o înglobează pe aceasta din urmă, dar o depășește în toate privințele. Desigur, știința ne-a pus de mult față în față cu aceste convergențe uimitoare între deducția matematică și experiență, dar e impresionant de constatat că la niveluri cu mult inferioare aceluia al tehnicilor sale formalizante și experimentale, o inteligență foarte calitativă încă și abia deschisă calculului, ajunge la corespondențe analoage între încercările sale de abstractizare și eforturile sale de observație prea puțin metodice. E mai ales instructiv de constatat că acest acord este rodul a două lungi serii corelative de construcții noi și nepremeditate, plecînd de la o stare de confuzie nediferențiată, din care s-au desprins, puțin cîte puțin, operațiile subiectului și cauzalitatea obiectului.

Capitolul II

CONDIȚIILE ORGANICE PREALABILE (BIOGENEZA CUNOȘTINȚELOR)

Dacă ținem să rămînem la explicații „genetice" fără a recurge la transcendental, situația descrisă mai sus pare a nu putea să comporte decît trei interpretări. Prima ar fi să admitem că, în ciuda opoziției aparente dintre direcțiile urmate de dezvoltarea operațiilor logico-matematice, în interiorizarea lor progresivă, și cea a experienței și a cauzalității fizice în exteriorizarea lor, acordul lor din ce în ce mai strîns ar proveni cu toate acestea din informații exogene, furnizate de constrîngerile realului și ale „mediului". Într-o a doua interpretare, ar însemna să atribuim această convergență progresivă unei surse comune care ar fi ereditară, și să căutăm astfel soluția în sensul unui compromis între apriorism și genetica biologică, în felul lui K. Lorenz, și considerînd ca iluzorii aparențele de noutăți elaborate necontenit, pe care le sugerează constructivismul adoptat în capitolul precedent. A treia interpretare ar accepta și ea ideea unei surse comune, luînd în considerare îndoita construcție a cunoștințelor logico-matematice și fizice cărora trebuie să li se dea o explicație, și mai ales necesitatea intrinsecă atinsă de cele dintîi, ca elemente legate și ele de mecanisme biologice prealabile psihogenezei, dar ținînd de autoreglări mai generale și mai fundamentale decît transmisiile ereditare însești, căci acestea sînt întotdeauna specializate, iar semnificația lor pentru procesele cognitive se atenuează în loc de a se întări odată cu evoluția organismelor „superioare".

În toate trei cazurile, problema epistemologică constă așadar în a exprima acum în termeni biologici ceea ce e indispensabil în perspectiva unei epistemologii genetice, căci psihogeneza rămîne de neînțeles atîta timp cît nu se merge la rădăcinile sale organice.

I. — EMPIRISMUL LAMARCKIAN

Prima din cele trei soluții precedente prezintă o semnificație biologică evidentă. Desigur, psihologii (behavioriștii etc.) care atribuie toate cunoștințele unor învățări în funcție de experiență, și epistemologii (pozitivismul logic) care nu văd în operațiile logico-matematice decît un simplu limbaj destinat să traducă datele experienței sub o formă ea însăși tautologică, nu țin seamă de incidențele biologice pe care pozițiile lor le comportă. Prima chestiune care trebuie însă pusă este tocmai de a ști dacă au acest drept. Acesta ar fi inatacabil, dacă postulatul pe care ei îl admit implicit ar fi întemeiat: că, fiind de natură „fenotipică", adică legată de dezvoltarea somatică a indivizilor, cunoașterea nu ține de mecanisme biogenetice, care ar privi numai genomul și transmiterile ereditare. Se știe însă astăzi că o asemenea distincție nu are deloc caracter absolut și aceasta din numeroase motive, dintre care iată principalele două. Primul este că fenotipul reprezintă produsul unei interacțiuni continue între activitatea sintetică a genomului în cursul creșterii și influențele exterioare. Al doilea este că pentru fiecare influență a mediului, susceptibilă de a fi diferențiată și măsurată, se poate determina la un genotip dat „norma de reacție" a sa, care dă amplitudinea și distribuția variațiilor individuale posibile: or, învățările cognitive sînt și ele supuse unor atare condiții și D. Bovet a dovedit-o la șobolani, printr-o dublă analiză a unor descendențe genetice și a posibilităților foarte diferite de însușire senzori-motorie corespunzătoare acestor diverse eredități.

Acestea fiind spuse, ipoteza care ar lega orice cunoaștere exclusiv de efectele experienței ar corespunde din punct de vedere biologic unei doctrine din acest domeniu demult abandonate, nu pentru că ar fi fost falsă în ceea ce afirma, ci fiindcă neglijase ceea ce de atunci s-a dovedit a fi esențial pentru înțelegerea relațiilor dintre organism și mediu: e vorba anume de doctrina lamarckiană a variației și a evoluției. Puțin timp după ce Hume a căutat explicația faptelor mintale în mecanismele obișnuinței și ale asociației, Lamarck vedea și el tot în obișnuințele contractate sub influența mediului factorul explicativ al variațiilor morfogenetice ale organismului și al formării organelor. Fără îndoială, el vorbea și de un factor de organizare, dar în sensul unei capacități de asociere și nu de compoziție, iar esențialul celor dobîndite ținea, după el, de modul în care ființele vii recepționau amprentele mediului exterior, modificîndu-și obișnuințele.

Aceste teze nu erau desigur eronate și, în ce privește influențele mediului, moderna teorie a „geneticii populațiilor" n-a făcut în definitiv altceva decît să înlocuiască o acțiune cauzală directă a factorilor exteriori asupra unităților genetice individuale (ereditatea a ceea ce e dobîndit, în sens lamarckian) prin noțiunea de acțiuni probabiliste (selecție) ale unui ansamblu de factori exteriori asupra sistemelor de pluri-unități (coeficienți de supraviețuire, de reproducere etc. ale pool-ului genetic sau ale genotipurilor diferențiate) cărora acești factori le modifică proporțiile. Ceea ce însă îi lipsea în principal lui Lamarck, erau noțiunile unei forțe endogene de mutație și de recombinare și mai ales a unei forțe active de autoreglare. De aici rezultă cînd Wadington sau Dobzhansky etc., prezintă astăzi fenotipul ca un „răspuns" al genomului la incitațiile mediului, acest răspuns nu înseamnă că organismul ar fi suferit pur și simplu amprenta unei acțiuni exterioare, ci că a existat o interacțiune în sensul deplin al termenului, adică în urma unei tensiuni sau a unui dezechilibru provocate de o schimbare a mediului,

organismul a inventat prin combinări o soluție originală care duce la un nou echilibru.

Or, comparînd această noțiune de „răspuns" cu aceea de care s-a servit atîta vreme behaviorismul în faimoasa sa schemă stimul-răspuns ($S \rightarrow R$), se constată cu surprindere că psihologii acestei școli au păstrat un spirit strict lamarckian, ignorînd revoluția biologică contemporană. De aici rezultă că noțiunile de stimul și de răspuns, chiar dacă se păstrează acest limbaj care e comod, trebuie să sufere reorganizări foarte profunde, care modifică în întregime interpretarea lor. Într-adevăr, pentru ca stimulul să declanșeze un anumit răspuns, e necesar ca subiectul și organismul său să fie capabil să-l dea, chestiunea prealabilă fiind deci aceea a acestei capacități, care corespunde la ceea ce Waddington a denumit „competența" pe tărîmul embriogenezei (unde această competență se definește prin sensibilitatea la „inductori"). La început nu există deci stimulul, ci sensibilitatea la stimul, iar aceasta depinde în mod firesc de capacitatea de a da un răspuns. Schema trebuie deci scrisă nu $S \rightarrow R$, ci $S \rightleftarrows R$ sau mai exact $S\,(A)\,R$, unde A este asimilarea stimulului la o anumită schemă de reacție, care este sursa răspunsului[1]. Această modificare a schemei $S \rightarrow R$ nu relevă deloc o simplă chestiune de precizie sau de conceptualizare teoretică: ea ridică ceea ce ni se pare a fi problema centrală a dezvoltării cognitive. În perspectiva exclusiv lamarckiană a behaviorismului, răspunsul nu e decît un fel de „copie funcțională" (Hull) a secvențelor specifice stimulilor, deci o simplă replică a stimulului: consecința acestui lucru este că procesul fundamental de însușire este învățarea, concepută la modul

[1] Amintim că K. H. PRIBRAM a pus în evidență existența unui control cortical (regiuni asociative) al *input*-urilor „care aranjează în prealabil mecanismul receptor în așa fel încît anumite *input*-uri devin stimuli, iar altele pot fi neglijate" *(Congres internat. Psychol. Moscou,* vol. XVIII, p. 184). Chiar pretinsul „arc" reflex nu mai e considerat ca un arc $S \rightarrow R$, ci constituie un servomecanism, un „inel homeostatic cu *feedback*".

empirist al înregistrării datelor exterioare: dacă acest lucru ar fi adevărat, ar urma atunci că dezvoltarea în ansamblul ei ar trebui concepută ca rezultanta unei succesiuni neîntrerupte de învățări astfel înterpretate. Dacă, din contra, faptul inițial fundamental este capacitatea de a furniza anumite răspunsuri, deci „competența", ar rezulta de aici, în mod invers, că învățarea nu ar fi aceeași la diferite niveluri de dezvoltare (ceea ce dovedesc deja experiențele lui B. Inhelder, H. Sinclair și M. Bovet) și că ea ar depinde în principal de evoluția „competențelor": adevărata problemă ar fi atunci de a explica această dezvoltare, pentru care învățarea, în sensul clasic al termenului, n-ar fi suficientă, după cum nici lamarckismul n-a reușit să explice evoluția („Studii", vol. VII și X).

II. — INEISMUL

Dacă lucrările generațiilor precedente au fost puternic dominate de ipoteza învățărilor exogene, asistăm uneori astăzi la o răsturnare a perspectivelor, ca și cum respingerea empirismului de formă lamarckiană (sau ceea ce autorii americani numesc „environnementalism") ar conduce în mod necesar la ineism (sau la „maturaționism"), ceea ce ar însemna să se uite că între acestea două pot persista interpretări pe bază de interacțiuni și de autoreglări[1].

[1] E sugestiv de notat că un binecunoscut discipol al lui Hull, D. BERLYNE m-a taxat de „neo-behaviorist" (a se vedea *Psychol. et Epist, génétique, thémes piagétiens,* Dunod, 1966, p. 233—234), pe cînd un alt autor, H. BEILIN, respingînd această încorporare, mă consideră „maturaționist", justificînd aceasta prin faptul că recurg la construcții endogene. Or, eu nu sînt nici una nici alta, problema mea centrală fiind aceea a formării continue a structurilor *noi,* care nu s-ar fi preformat nici în mediul, nici în interiorul subiectului însuși, în cursul stadiilor anterioare ale dezvoltării sale (a se vedea și vol. XII din „Studii").

Marele lingvist N. Chomsky a făcut psihologiei un serviciu prin critica decisivă pe care a adus-o interpretărilor lui Skinner și prin demonstrarea imposibilității unei învățări a limbajului cu ajutorul modelelor behavioriste și asociaționiste. De aici el a tras însă concluzia că sub transformările „gramaticilor generative" ale sale, se găsea în cele din urmă un „nucleu fix înnăscut" cuprinzînd anumite structuri necesare, precum raportul de la subiect la predicat. Dar dacă aceasta pune deja, din punct de vedere biologic, o problemă, și anume de a explica formarea centrelor cerebrale care fac posibilă însușirea limbajului, sarcina devine mult mai grea dacă e vorba de centre care conțin dinainte formele esențiale ale limbii și ale rațiunii. De altă parte, din punct de vedere psihologic, ipoteza este inutilă, căci dacă Chomsky are dreptate cînd afirmă că limbajul se bazează pe inteligență și nu invers, ajunge, pentru aceasta, să se facă apel la inteligența senzori-motrice, ale cărei structuri, anterioare vorbirii, presupun desigur o maturizare nervoasă și chiar mai mult, o succesiune de echilibrări, care procedează prin coordonări și prin autoreglări (cap. I, par. I).

Celebrul etolog K. Lorenz generalizează ineitatea structurilor de cunoaștere într-un stil pe care l-ar dori explicit kantian: „categoriile" cunoașterii ar fi, după el, preformate biologic, în calitate de condiții prealabile oricărei experiențe, așa cum copitele calului și înotătoarele peștilor se dezvoltă în embriogeneză, în virtutea unei programări ereditare și mult înainte ca individul (sau fenotipul) să le poată folosi. Cum însă ereditatea variază de la o specie la alta, se înțelege de la sine că, dacă aceste *a priori* păstrează noțiunea kantiană de „condiții prealabile", ele sacrifică esențialul, și anume necesitatea intrinsecă a unor astfel de structuri, precum și unitatea lor, iar Lorenz recunoaște cinstit acest lucru, deoarece le reduce la rangul de simple „ipoteze de lucru înnăscute". Se vede astfel totala opoziție între această interpretare și aceea pe care o susținem noi, după care structurile de

cunoaștere devin necesare, însă nu de la început, ci la capătul dezvoltării lor, și nu comportă programare prealabilă.

Dar dacă ipoteza se află în acord cu neodarvinismul ortodox, ea aduce un argument în plus în favoarea condamnării acestei biologii prea înguste. Aceasta e, într-adevăr, de departe depășită de concepțiile actuale ale lui Ch. Waddington asupra „sistemului epigenetic", sau ceea ce Mayr a denumit ulterior „epigenotipul". Noțiunile actuale asupra fenotipului ni-l prezintă, într-adevăr, pe aceasta ca fiind, încă de la embriogeneză, produsul unei acțiuni indisociabile între factorii ereditari și influența mediului, în așa fel încît e cu neputință de a trasa o graniță fixă (și încă mai puțin pe planul comportamentelor cognitive) între ceea ce este înnăscut și ceea ce este dobîndit, fiindcă între aceste două se află zona esențială a autoreglărilor specifice dezvoltării.

De fapt, pe tărîmul schemelor cognitive, inclusiv cele senzori-motorii (însă cu excepția instinctului, asupra căruia vom reveni), ereditatea și maturizarea se mărginesc să determine zonele imposibilităților sau ale posibilităților de însușire. Aceasta cere însă în plus o actualizare care comportă ea însăși aporturi exterioare datorate experienței, adică mediului, și o organizare internă progresivă ce ține de autoreglare. În mod general, dacă pentru a explica comportamentele cognitive (ca și dealtfel orice modificare a organismului) e nevoie să se facă apel la factorii endogeni pe care empirismul îi neglijează, nu s-ar putea trage de aici concluzia că tot ce este endogen derivă dintr-o programare ereditară, și rămîne deci să fie luați în considerare factorii de autoreglare, care sînt de asemenea endogeni, dar ale căror efecte nu sînt înnăscute.

Mai e încă ceva. În realitate, autoreglările prezintă trei caracteristici reunite: de a constitui condiția prealabilă a transmisiunilor ereditare, de a fi mai generale decît conținutul acestora din urmă și de ajunge la o necesitate de formă superioară. Se cuvine să ne amintim, într-adevăr,

că se întîlnesc reglări (cu *feedback*-urile lor, etc.) la toate nivelurile organice și chiar începînd de la genom, care cuprinde gene regulatoare ca operante și care lucrează, după cum s-a exprimat Dobzhansky, în felul unei orchestre, și nu al unui ansamblu de soliști (cf. poligenia și pleiotropismul, adică corespondențele, mai mulți la unul sau unul la mai mulți, între gene și aceste caractere transmise). De asemenea, acel „pool genetic" al populațiilor este supus legilor de echilibru, precum arată o experiență clasică a lui Dobzhansky și Spassky. Este clar deci că unele reglări condiționează deja transmisiunea ereditară și aceasta fără ca ele însele să se transmită, în sensul strict al cuvîntului, întrucît ele continuă să funcționeze și atît. Dar pe cînd caracterele transmise variază de la specie la specie, dacă nu chiar de la individ la individ, reglările prezintă o formă mult mai generală. În sfîrșit, în timp ce un caracter se transmite sau nu se transmite pe cale ereditară, ceea ce ține de determinism și nu de o necesitate susceptibilă de a ajunge la o formă normativă, reglările comportă încă de la pornire deosebirea dintre normal și anormal, cu tendința de a face să primeze normalul și ajung, pe planul comportamentului, la necesitatea normativă însăși, în măsura în care operațiile constituie cazul limită al reglărilor (a se vedea cap. I, § VI).

III. — DE LA INSTINCTE LA INTELIGENȚĂ

Rolul transmisiunilor ereditare în dezvoltarea funcțiunilor cognitive pare astfel destul de limitat, cu excepția acelei varietăți speciale de cunoaștere practică (de „însemnare") pe care o constituie instinctele. Acestea comportă, într-adevăr, o programare ereditară a însuși conținutului conduitelor implicate, precum și a formei lor. Iar această formă e analoagă cu aceea a schemelor senzori-

motorii, cu deosebirea doar că schemele înseși sînt moștenite, la fel ca și indicii lor determinați (IRM-urile sau „indicii semnificativi înnăscuți"). Ne găsim deci în prezența unor structuri analoage acelora ale inteligenței preverbale, dar fixate în ineitatea lor, și nicidecum modificabile după bunul plac al construcțiilor fenotipice: Tinbergen a vorbit chiar de o „logică a instinctelor" și de fapt ea este o logică a organelor, folosind adică instrumente inerente organismului ca atare, iar nu fabricate de o inteligență devenită mobilă.

Este vorba deci de a înțelege trecerea de la instinct la inteligență sau, dacă se preferă, procesul de declanșare a instinctelor. În privința aceasta, lamarckismul vedea în instincte o inteligență care s-ar fi stabilizat ereditar (prin ereditatea a ceea ce a fost dobîndit), pe cînd alți autori, urmați de majoritatea neodarviniștilor, au insistat asupra opozițiilor, așa-zise de natură, între caracterul rigid și orb, dar infailibil, al instinctului și proprietățile de intenționalitate conștientă, de suplețe, dar totodată de posibilitate de a greși, ale inteligenței. În realitate, s-a judecat după un model prea schematizat al instinctului și se impune să deosebim cu grijă, în orice conduită instinctivă, trei planuri ierarhizate. 1) Mai întîi, e ceea ce s-ar putea numi coordonările generale care intervin în fiecare dintre ele: ordinea deî înlănțuire a acțiunilor, îmbinările schemelor, corespondențele lor (de exemplu între comportamentele masculilor și ale femelelor), vicariațele (de exemplu stigmergiile lui Grassé sau ordinea variabilă în aranjamentul elementelor unei termitiere) etc. 2) În al doilea rînd, e programarea ereditară a conținutului conduitelor. 3) În sfîrșit, sînt ajustările individuale la multiplele circumstanțe, și acestea se orientează în direcția unei acomodări la mediu sau la experiență. Ceea ce dispare sau se atenuează în cursul trecerii de la instinct la inteligență este exclusiv al doilea palier (2), adică programarea ereditară a conținuturilor. Dimpotrivă, formele generale (1) de îndată ce sînt eliberate de conținutul lor

fix, dau loc la multiple construcții noi prin abstracție reflectantă și adaptările individuale (3) se dezvoltă și ele.

Într-un cuvînt, declanșarea instinctului dă naștere la două mișcări corelative, deși cu direcții distincte: una de interiorizare, corespunzînd la (1), dirijată în sensul logico-matematic (și dacă se vorbește de acum de logica instinctului, trebuie spus că și geometria sa e deseori remarcabilă), alta de exteriorizare în sensul învățărilor și al conduitelor orientate către experiență. Un asemenea dublu proces, deși mult anterior față de ceea ce se observă în psihogeneza cunoștințelor, amintește totuși debuturile lor (cap. I, § I), lucru firesc după cele văzute în cazul reconstrucțiilor convergente din palier în palier. Nivelurile filogenetice la care se produc aceste transformări, trebuie puse, fără îndoială, în legătură cu dezvoltarea „căilor asociative" ale creierului (= care nu sînt nici aferente, nici eferente) și cu privire la aceasta se cuvine să amintim că Rosenzweig și Krech, împreună cu colaboratorii lor, au demonstrat o creștere efectivă a cortexului (la subiecți individuali), care rezultă din acumularea cunoștințelor dobîndite.

Dacă însă instinctele constituie astfel un fel de preinteligență organică și programată ereditar, rămîne să amintim că apelul la ereditate nu face decît să temporizeze problemele genezei, fără însă a le rezolva, atîta timp cît chestiunile de variație și de evoluție nu vor fi fost rezolvate satisfăcător de biologie. Or, în această privință, ne aflăm încă în plină criză. Pe cînd Lamarck credea în ereditatea a ceea ce e dobîndit și vedea în acțiunea mediului originea caracterelor înnăscute, neodarwinismul de la începutul acestui secol (încă destul de viu la un mare număr de autori și chiar și în teoria actuală, zisă „sintetică") consideră că modificările ereditare se produc fără nici o legătură cu mediul, acesta neintervenind decît ulterior, prin selecționarea celor mai apți pentru supraviețuire. Astăzi, din contra, acest model de simple ha-

zarduri şi selecţii, apare din ce în ce mai insuficient şi tinde să fie înlocuit prin modele circulare. De o parte, cum s-a spus deja, fenotipul apare ca un „răspuns" al genomului la acţiuni ale mediului şi L.L. Whyte merge pînă a atribui celulei o capacitate de reglare a mutaţiilor. De altă parte, selecţia nu se referă decît la fenotipuri şi emană dintr-un mediu ales şi modificat, în parte, de ele. Între variaţiile interne şi mediu ar exista deci un ansamblu de circuite (în special recombinări) ceea ce permite lui Waddington să invoce o „asimilare genetică" şi să vorbească din nou de „ereditatea a ceea ce e dobîndit" sub această formă non-lamarckiană, dar depăşind, în alte privinţe, modelele simpliste ale neodarvinismului. Se vede astfel că, pe terenul biogenezei structurilor cognitive, recursul la ereditate înseamnă în primul rînd deplasarea problemelor genezei în ce priveşte aporturile respective ale organizării interne şi ale mediului, dar pare să ne orienteze din nou către soluţiile de interacţiune.

IV. — AUTOREGLĂRILE

În general, rădăcinile biologice ale acestor structuri şi explicaţia faptului că ele devin necesare ar trebui deci căutate în direcţia, nu a unei acţiuni exclusive a mediului, nici unei preformări pe bază de pură ineitate, ci în direcţia autoreglărilor cu funcţionarea lor în circuite şi cu tendinţa lor intrinsecă spre echilibrare („Studii" vol. XXII şi II).

Primul argument pozitiv care justifică această soluţie, fără a mai vorbi de dificultăţi inerente celorlalte două, este că sistemele regulatoare se regăsesc pe toate palierele funcţionării organismului, începînd de la genom şi pînă la comportament şi par deci să ţină de caracterele cele mai generale ale organizării vitale. Fie că e vorba, într-

adevăr, de ceea ce în planul genomului Lerner (1955), după Dobzhansky și Wallace (1953), numește o „homeostază genetică" a reglărilor structurale ale blastulei, de acea echilibrare dinamică caracteristică embriogenezelor pe care Waddington a numit-o „homeoresis", de multiplele homeostaze fiziologice care reglează mediul interior, de nu mai puțin numeroasele reglări ale sistemului nervos (inclusiv, așa cum s-a mai spus, *feedback*-urile reflexului însuși) și, în sfîrșit, de reglările și echilibrările ce pot fi observate la toate nivelurile comportamentelor cognitive, autoreglarea pare să constituie efectiv unul din caracterele cele mai universale ale vieții și totodată mecanismul cel mai general, comun reacțiilor organice și cognitive.

În al doilea rînd, fecunditatea deosebită a interpretărilor bazate pe autoreglare este determinată de faptul că e vorba aici de o funcționare constitutivă a structurilor, iar nu de structuri gata făcute în sînul cărora ar fi de ajuns să se caute acelea care ar conține dinainte, în stare preformată, o categorie sau alta a cunoașterii. Dacă am vrea, așa cum face K. Lorenz, să explicăm prin ereditate caracterul prealabil al formelor generale ale rațiunii, ar însemna să spunem, de exemplu, că numărul este o „idee înnăscută". Dar atunci unde ne oprim? Trebuie să admitem oare că protozoarele sau spongierii conțin deja, în patrimoniul lor genetic, numărul? Și dacă acestea posedă numărul, e vorba oare numai de numere „naturale", sau trebuie, pe lîngă aceasta, să credem că există aici, „în stare potențială", germenul corespondențelor transfinite, cu ale lui Cantor „alfa" și „omega"? A explica formarea operațiilor logico-matematice, mergînd înapoi pînă la autoreglările organice, nu înseamnă, dimpotrivă, decît a cerceta cum s-au putut forma instrumentele elementare de construcție, care au permis constituirea primelor etape ale inteligenței senzori-motrice, și cum au putut aceste instrumente însești să se modifice prin noi reglări, pînă la a conduce la etape ulterioare etc. Or, re-

glările organice ne dau deja imaginea unor reconstituiri indefinite, din palier în palier, fără ca formele superioare să fie dinainte conținute în cele inferioare, legătura lor constînd doar într-o funcționare analoagă, care a făcut ca noi construcții să fie posibile. Cu alte cuvinte, multiplicitatea formelor de reglare, adăugată acestei existențe a unor funcționări comune, constituie un fel de prefigurare a ceea ce se observă pe planul comportamentului, în care se regăsește această succesiune de structuri animate de o funcționare autoregulatoare continuă. Trecerea finală a reglărilor ulterioare la operații cu reglările lor anticipate sau „perfecte", devine astfel doar o verigă în lanțul neîntrerupt al circuitelor, pe care ar fi arbitrar să-l facem să înceapă cu reflexul sau cu un alt punct oarecare de plecare al conduitelor elementare, de vreme ce alte verigi pot fi găsite la toate etajele organismului.

Dacă se reia acest proces în ordine inversă, apare într-adevăr de necontestat că operațiile logico-matematice sînt pregătite prin tatonări și prin reglările lor de la nivelul reprezentării preoperatorii. Dacă se continuă analiza regresivă, apare evident că punctul de plecare al acestor construcții, pe planul comportamentului, nu este limbajul, ci că la nivelurile senzori-motorii, rădăcinile lor se află în coordonările generale ale acțiunilor (succesiune, îmbucări, corespondențe etc.). Este însă clar că aceste coordonări nu constituie un început absolut și că ele implică coordonări nervoase. În acest plan, celebrele analize ale lui McCulloch și Pitts au pus de altfel în evidență un izomorfism între transformările inerente conexiunilor sinaptice și operatorii logici, fără ca — firește — această „logică a neuronilor" să conțină dinainte pe aceea a propozițiilor pe planul gîndirii, căci pentru a atinge acest palier e nevoie de 11 pînă la 12 ani de construcții prin abstracții reflectante. Cît despre coordonările nervoase, este sarcina biologiei să arate raporturile acestora cu reglările organice de la toate nivelurile.

Rămîne problema relațiilor dintre subiect și obiecte, precum și a acordului surprinzător al operațiilor logico-matematice și al experienței, apoi al cauzalității fizice. În această

privință, solidaritatea psihogenezei instrumentelor de cunoaștere pare să aducă o soluție aproape obligatorie: dacă organismul constituie punctul de plecare al subiectului cu operațiile sale constructive, el rămîne totuși un obiect fizico-chimic printre altele și supus legilor acestora, chiar dacă el le adaugă legi noi. Așadar joncțiunea între structurile subiectului și acelea ale realității materiale se face în interiorul însuși al organismului, iar nu (sau nu numai) prin canalul experiențelor exterioare. Ceea ce nu înseamnă deloc că subiectul e conștient sau că înțelege fizica, atunci cînd acționează manual, mănîncă, respiră, privește sau ascultă; acest lucru însă e totuna cu a spune că instrumentele sale operatorii au luat naștere, datorită acțiunii, înlăuntrul unui sistem material care a determinat formele lor elementare. Aceasta nu înseamnă nici că asemenea instrumente sînt dinainte limitate și aservite materiei, deoarece deschizîndu-se asupra lumii intemporale a posibilelor și a inobservabilului, ele depășesc în toate privințele materia. Aceasta însă exprimă faptul că, acolo unde apriorismul era nevoit să recurgă la o armonie „prestabilită" între univers și gîndire (afirmația aceasta poate fi regăsită pînă și la Hilbert), e vorba în realitate de o armonie „stabilită" și încă într-un mod foarte progresiv, printr-un proces care începe încă de la rădăcinile organice, pentru a se prelungi la infinit.

Capitolul III

REVENIREA LA PROBLEMELE EPISTEMOLOGIEI CLASICE

După ce am reexaminat geneza cunoștințelor, este cazul că cercetăm dacă rezultatele acestei analize comportă vreo aplicație la soluționarea marilor probleme ale epistemologiei generale, acesta fiind scopul pe care epistemologia genetică are ambiția să-l atingă.

I. — EPISTEMOLOGIA LOGICII

Odată stabilit că logica procedează prin axiomatizare, trebuind astfel să evite orice „psihologism" sau trecere de la fapt la normă (cum a fost cazul cu unele logici neformalizate și ceea ce Cavaillès apoi Beth au reproșat de asemenea fenomenologiei), mai rămîn totuși trei probleme fundamentale pe care studiul genetic le-ar putea lămuri: care sînt raporturile între procedeele înseși ale formalizării și acelea ale gîndirii „naturale", a cui formalizare este logica și pentrtu ce se lovește ea de limite, în sensul arătat de Gödel?

A) Matematicianul Pasch a susținut că demersurile formalizării se orientează în sens contrar tendințelor spontane ale gîndirii naturale. Dacă ne mărginim să o caracterizăm pe aceasta din urmă prin conținutul conștiinței subiecților, e de la sine înțeles că el are dreptate, deoarece gîndirea obișnuită tinde să meargă înainte, pe cînd formalizarea constă într-un efort retroactiv pentru a determina condițiile ne-

cesare şi suficiente ale tuturor aserţiunilor şi pentru a desprinde în mod explicit toţi intermediarii şi toate consecinţele. Dacă, dimpotrivă, ne punem pe punctul de vedere al dezvoltării şi al construirii progresive a structurilor, independent de pătrunderea lor în conştiinţa subiectului, s-ar părea că această construire constă tocmai în a disocia formele de conţinuturi şi în a elabora noi forme prin abstractizare reflectantă, pornind de la formele de nivel inferior: în această privinţă, formalizarea logicianului apare mai curînd ca o prelungire superioară a unei asemenea mişcări de ansamblu, decît ca ceva orientat în sens opus, aducînd însă în plus o noutate esenţială.

Într-adevăr, dacă axiomatizarea se bazează pe anumite procese de abstractizare reflectantă, ea adaugă acestora o libertate de manevră din ce în ce mai mare. Abstractizarea aceasta este evidentă atunci cînd logicianul deduce din propria sa gîndire anumite principii elementare, ca acel al identităţii, al noncontradicţiei şi al terţiului exclus. El însă nu se limitează la aceasta şi însăşi istoria axiomatizării arată că, pornind de la un nivel la care, ca la Euclid, axiomele trebuiau să rămînă încă intuitive şi evidente (constînd deci în simple împrumuturi din gîndirea naturală), abstractizarea retroactivă s-a promovat la rang de activitate diferenţiată care, devenind conştientă de scopurile sale şi generalizîndu-le, a dobîndit acea putere nouă de a asigura bazele unor teorii din ce în ce mai puţin intuitive (geometriile neeuclidiene au marcat o cotitură esenţială în această privinţă). Astfel specializată prin chiar funcţiile sale, formalizarea şi-a arogat dreptul de a-şi alege axiomele în deplină libertate, după nevoile sale, fără a se mai menţine numai la elementele aduse de gîndirea naturală. Mai exact, dacă înăuntrul abstracţiei reflectante distingem „reflecţia" în sensul cvasigeometric al proiectării anumitor legături anterioare pe un nou plan de gîndire, şi „reflecţia" în sensul noetic al unei reorganizări impuse de reconstruirea acestor legături pe acest nou plan, acest al doilea aspect îl domină din ce în ce mai mult pe cel dintîi, iar reconstruirile procedează atunci prin recombinări

din ce în ce mai mobile şi prin combinări din ce în ce mai libere: de aici derivă, de exemplu, dreptul de a construi logici trivalente diferite, dar încă apropiate de gîndirea obişnuită, sau infinitatea de valori care se îndepărtează considerabil de intuiţiile terţiului exclus.

Într-un cuvînt, formalizarea constituie într-adevăr, din punct de vedere genetic, o prelungire a abstracţiilor reflectante aflate deja în acţiune în dezvoltarea gîndirii, dar o prelungire care, prin specializările şi generalizările pe care devine stăpînă, dobîndeşte o libertate şi o fecunditate combinatorie ce depăşeşte cu mult şi din toate părţile limitele gîndirii naturale, printr-un proces analog acelora (cap. I, sfîrşitul § VI), prin care posibilele reuşesc să producă explozia realului.

B) De aici derivă a doua problemă: a cui axiomatizare este logica formală? În istoria matematicilor, o teorie formalizată constituie aproape întotdeauna formalizarea unei teorii intuitive sau „naive" anterioare. Nu s-ar putea spune totuşi acelaşi lucru privitor la logică, şi cu toate acestea e greu de înţeles cum ar putea un sistem axiomatizat să comporte un început absolut, fiindcă propoziţiile nedemonstrate alese ca axiome şi noţiunile ce nu pot fi definite care servesc la definirea conceptelor subsecvente, înglobează, atît primele cît şi celelalte, o întreagă lume de legături implicite. De altă parte, încă la aşezarea elementelor, ca „ansamblu al părţilor" format din cele şaisprezece combinaţii posibile între propoziţiile p şi q (sau tabelul lor de adevăruri), intervin operaţii anterioare sistemului, în cazul de faţă un combinatoriu, care permit să se confere acestuia o structură algebrică de ansamblu, precum algebra lui Boole sau reţeaua ei distributivă complementată.

O primă soluţie ar consta în a prezuma că logica este o axiomatizare a cunoaşterii obiectelor, în sensul acelei „fizici a obiectului oarecare" admisă de Spencer (abstracţie care porneşte de la forme sau de la relaţii între obiecte, „independent de termeni", adică de proprietăţile lor cantitative sau fizice particulare) şi în parte de Gonseth. Obiectul fizic

însă este situat în timp şi se transformă neîncetat, în aşa fel încît atunci cînd acest al doilea autor vorbeşte de identitatea lui *(A = A)*, de non-contradicţia lui (el nu poate în acelaşi timp să fie şi să nu fie *A*) sau de terţiul exclus (*A* sau non-*A*), nu mai este vorba efectiv de obiecte materiale care se modifică întotdeauna cîte puţin şi astfel se sustrag parţial acestor reguli, ci chiar de *acţiuni efectuate asupra unor obiecte oarecare,* ceea ce nu e acelaşi lucru, fiindcă aceste acţiuni prefigurează operaţiile subiectului.

Dacă cercetăm aşadar de pe poziţiile subiectului, s-ar putea, în primul rînd, face din logică un limbaj pe care să-l ratăşăm, la fel cu pozitivismul actual, la o sintaxă şi la o semantică generale: în acest caz, logica n-ar mai constitui o cunoaştere propriu-zisă, ci o simplă formă a cărei axiomatizare s-ar mărgini la desprinderea proprietăţilor analitice sau tautologice. Examenul genetic însă, sprijinit de rezultatele lingvisticii lui Chomsky, arată că inteligenţa precede limbajul şi că această inteligenţă preverbală comportă deja o logică, dar una de coordonare a schemelor de acţiune (reuniri, îmbucări, succesiune, corespondenţe etc.). În al doilea rînd, unul din „Studiile" Centrului nostru (vol. IV) a putut confirma genetic justeţea criticilor aduse de W. Quine la ceea ce el numea una din „dogmele" empirismului logic: deosebirea radicală dintre judecăţile analitice şi sintetice. În realitate, între acestea două se găsesc toate judecăţile intermediare şi toate legăturile încep prin a fi sintetice pentru a deveni analitice în funcţie de „comprehensiuni" (intenţii atribuite de subiect conceptelor sau operaţiilor pe care le foloseşte, de exemplu + în $2 + 3 = 3 + 2$). Într-adevăr, orice cunoaştere începe la nivelurile elementare printr-o experienţă, dar se pot deosebi chiar de la început experienţele fizice cu abstracţii derivate din obiect şi experienţele logico-matematice cu abstracţii reflectante, deduse din coordonări între acţiunile subiectului (ca acelea de a impune o ordine obiectelor sau a le modifica, pentru a verifica dacă $2 + 3 = 3 + 2$). Urmează de aici că pretinsa „tautologie" ce caracterizează logica, este cu certitudine motivată, dacă nu e vorba decît de a specifica

proprietatea „întotdeauna adevărată" a anumitor operații; dar acest „întotdeauna adevărat" nu se reduce nicidecum la identitate, întrucît el poate rezulta dintr-un combinatoriu, care este un proces de diversificare, în aceeași măsură ca și de identificări. Pe deasupra, orice sistem formalizat se bazează pe axiome a căror alegere trebuie să țină seama de trei condiții: de a fi suficiente, compatibile între ele și distincte toate, adică să nu fie tautologice una în raport cu alta.

Dacă logica este deci mai mult decît axiomatizarea unui limbaj, trebuie oare să tragem concluzia că ea formalizează „gîndirea" naturală și atîta tot? Da și nu: nu e deloc exact dacă sub acest termen e desemnată gîndirea conștientă a subiectului, cu intuițiile și cu sentimentele sale de evidență, căci acestea variază în decursul istoriei (Bernays) și al dezvoltării și sînt departe de a fi suficiente pentru „întemeierea" unei logici. Dimpotrivă, dacă se depășesc observabilele și se caută să se reconstituie structurile, nu a ceea ce subiectul știe să spună sau să gîndească conștient, ci a ceea ce știe el să „facă" cu ajutorul operațiilor sale cu ocazia rezolvării unor probleme noi pentru el, atunci ne aflăm în prezența unor structuri logificabile, cum este grupul INRC, a cărui existență am putut-o descoperi cu prilejul observării conduitelor în 1949 (a se vedea cap. I, § VI). În acest sens special și limitat al structurilor naturale, nimic nu ne oprește să considerăm că logica a constat în a le formaliza, depășindu-le apoi în mod liber, așa cum aritmetica științifică este parte a „numerelor naturale", dar totodată le completează într-un fel din ce în ce mai bogat. Logica lui Aristotel aduce de altfel un exemplu al acestor treceri între structurile naturale și reconstrucția formalizantă, și e o trecere foarte instructivă, deoarece arată că Stagiritul n-a fost conștient de tot ceea ce i-ar fi putut oferi aceste structuri inițiale (el n-a văzut existența logicii relațiilor, nici a structurilor de ansamblu): abstracția reflectantă necesară formalizării și chiar acelei semiformalizări intuitive care era silogistica, procedează deci prin reconstituiri cu decalaje, deci palier cu palier, ceea ce per-

mite (prin aceasta chiar, însă ulterior) toate depășirile. A spune că logica este o formalizare a structurilor operatorii naturale nu exclude așadar cu nimic posibilitatea ca această axiomatizare să dea naștere, așa cum s-a văzut la A, unei forme de gîndire specializată, care își cîștigă propria sa libertate și fecunditate (a se vedea pentru problemele A și B vol. XIV și XVI din „Studii").

C) Or, ceea ce e foarte instructiv privitor la raporturile între formalizare și dezvoltarea psihogenetică a structurilor naturale, este că prima, oricît ar fi ea de liberă și captivantă, s-a lovit la un moment dat de propriile sale limite (Gödel, Tarski, Church, Kleene, Turing, Löwenstein-Skolem etc.). Cu toate că acestea sînt vicariante și deci dau înapoi pe măsura construirilor, ele există totuși în permanență, în sensul că o teorie formală destul de bogată n-ar putea să asigure prin mijloace proprii, propria sa non-contradicție, nici caracterul decidabil al tuturor teoremelor sale și are nevoie să se sprijine pe un sistem mai „puternic" pentru a ajunge la acest lucru. Cum însă construirea acestei structuri mai puternice nu poate decît s-o urmeze pe cea precedentă (exemplu: aritmetica transfinită în raport cu aritmetica elementară) și că cea mai simplă din serie este și cea mai slabă (aici logica din *Principia* în raport cu aritmetica elementară), ne aflăm în prezența a două fapte fundamentale a căror înrudire cu perspectivele genetice pare verosimilă: existența unei ierarhii în cadrul „puterii" structurilor și necesitatea unui constructivism, deoarece sistemul de structuri nu mai e comparabil cu o piramidă statică, sprijinită pe baza sa, ci cu o spirală care se lărgește fără sfîrșit în înălțime.

Acestea spuse, cum să explicăm acele granițe vicariante ale formalizării? Analogia cu construcția genetică, pe care am bănuit-o, sugerează o soluție: aceea că noțiunile de formă și de conținut sînt esențialmente relative și că o formă sau o structură formală nu și-ar putea deci cîștiga autonomia completă. Pe terenul dezvoltării, acest lucru e evident: structurile senzori-motorii sînt forme în raport cu mișcările simple

pe care le coordonează, ele sînt însă conținuturi în raport cu acțiunile interiorizate și conceptualizate de la nivelul următor; operațiile „concrete" sînt forme în raport cu aceste din urmă acțiuni, ele sînt însă conținuturi față de operațiile care se referă la ele, de la nivelurile ulterioare. Tot așa, în exemplul ales de Gödel, aritmetica elementară este o formă care subsumează cu titlu de conținut logica claselor și a relațiilor (numărul fiind o sinteză a incluziunii și a ordinii: cap. I, § V) și constituie ea însăși un conținut (ca putere a enumerabilului) în aritmetica transfinită.

Or, dacă așa stau lucrurile, se înțelege că o formă rămîne în mod necesar limitată, adică nu poate să asigure propria sa consistență fără a fi integrată într-o formă mai largă, fiindcă existența sa însăși rămîne subordonată ansamblului-construcției din care ea constituie un anumit moment. Să luăm un exemplu mai puțin tehnic decît acel al numărului: la nivelul operațiilor concrete se pot desprinde unele raporturi implicite între clasificare și seriere: succesiunea incluziunilor claselor primare (în opoziție cu A', B', C', etc.) ale unei clasificări $A + A' = B, B + B' = C$ etc., este o seriere $(A < B < C \ldots)$ și reciproc se pot grupa în acest fel termenii unei serii (primul este inclus în clasa primelor două, care sînt incluse în clasa primelor trei etc.). Cu toate acestea, atîta timp cît grupul INRC nu e construit, aceste două feluri de grupări de clase și de relații nu pot fi reunite într-un sistem formal unic, coordonînd inversiunile și reciprocitățile: așa încît formalizarea lor nu poate decît să rămînă incompletă, atîta timp cît nu s-a efectuat integrarea lor într-o structură mai „puternică".

În concluzie, aceste cîteva observații sînt suficiente, fără îndoială, ca să arate că discutarea marilor probleme ale epistemologiei logicii (deosebindu-le cu grijă de tehnica însăși a logicianului în demonstrarea teoremelor, cu care psihogeneza n-are, evident, nimic de-a face) nu are de pierdut, ci are eventual de cîștigat atunci cînd ține seamă și de considerațiile genetice.

Atunci cînd Kronecker boteza „numerele naturale" ca un dar al lui Dumnezeu, tot restul fiind fabricat de oameni, el rezerva de la început genezei preştiinţifice această parte, fără însă a observa îndeajuns că aceasta, analizabilă în societăţile „primitive", la copil şi la alte creaturi (să nu uităm papagalii lui Otto Kohler), avea o destul de mare analogie cu munca ulterioară a matematicienilor înşişi: corespondenţele biunivoce introduse de Cantor pentru fundamentarea teoriei mulţimilor sînt cunoscute din timpuri imemoriale, în formă de troc (schimb unul contra unul) şi formarea lor poate fi urmărită îndeaproape la copil şi chiar la unele vertebrate superioare. Cele trei „structuri mame" ale lui Bourbaki, pot fi observate sub forme elementare, dar distincte, încă din stadiul operaţiilor concrete ale copilului (vol. XIV din „Studii"); iar de „categoriile" lui McLane şi Eilenberg se poate vorbi încă de la nivelul „funcţiunilor constituante" (cap. I, § III), într-un sens banal, care însă arată generalitatea acestei structuri fundamentale (o clasă de obiecte cu funcţiunile pe care le comportă şi compoziţiile lor limitate: a se vedea vol. XXIII din „Studii").

Acestea fiind spuse, cele trei probleme principale şi foarte clasice ale epistemologiei matematicilor sînt: a înţelege de ce sînt ele nesfîrşit de fecunde, deşi pornesc de la concepte sau axiome puţin numeroase şi relativ sărace; de ce impun în mod necesar şi rămîn deci permanent riguroase, cu tot caracterul lor constructiv care ar putea fi sursă de iraţionalitate; şi de ce concordă cu experienţa sau cu realitatea fizică, cu toată natura lor în întregime deductivă.

A) Vom considera fecunditatea matematicilor ca admisă, întrucît interpretarea tautologică pe teren logic a fost deja înlăturată. Dealtfel, concepţia tautologică a matematicilor nu este decît o ipoteză verbală, căci dacă ar fi admisă, ar rămîne de explicat de ce se pot spune de douăzeci şi cinci de secole aceleaşi lucruri sub forme infinit noi şi întot-

deauna neprevăzute. Există aşadar aici o problemă, care este genetică tot atît pe cît e şi istorico-critică, căci noutăţile continue, generate prin activitatea matematică, nu sînt nici descoperiri, fiindcă e vorba de realităţi care nu sînt date dinainte, nici invenţii, căci invenţia comportă o doză apreciabilă de libertate, pe cînd fiecare relaţie sau structură matematică nouă, se caracterizează prin necesitatea sa, de îndată ce e construită: această „construcţie necesară" ridică deci chestiunea mecanismului său constitutiv. Or, interesul dimensiunii genetice este de a arăta, în această privinţă, o anumită convergenţă între ceea ce matematicienii spun despre ea şi ceea ce dezvăluie analiza stadiilor elementare şi de aici decurg ipotezele posibile cu privire la rădăcinile psihologice şi chiar biologice ale unor atari construcţii.

În general, răspunsul matematicienilor înseamnă a atribui noutăţile posibilităţii de a introduce la nesfîrşit operaţii asupra operaţiilor. De îndată ce două mulţimi E şi F au fost construite (ceea ce echivalează deja cu reunirea operatorie a obiectelor), se poate „aplica" un x în E pe un (şi numai un singur) y în F, şi de aici derivă o operaţie funcţională care poate fi biunivocă (în cazul unui singur x) sau nu (mai mulţi x pentru un y). Se poate constitui produsul $E \times F$ al acestor două mulţimi, sau dimpotrivă mulţimea-cît a lor, printr-o diviziune bazată pe o relaţie de echivalenţă (de exemplu, mulţimea de oameni prin relaţia „concetăţeni" care dă mulţimea naţiunilor). Tot aşa se poate scoate, pe cale combinatorie, din fiecare mulţime „mulţimea părţilor" sau, repetînd operaţiile, se poate obţine o scară de mulţimi de bază E, F. Se pot mai ales, independent de natura mulţimilor de bază, construi „structuri" desprinzînd proprietăţile comune graţie unor operaţii efectuate asupra acestor mulţimi şi aceste structuri pot fi atunci comparate între ele cu ajutorul teoriilor, care vor fi univalente dacă există izomorfism (precum geometria euclidiană şi teoria numerelor reale), iar în caz contrar, multivalente (grupe şi topologie)[1]. Matemati-

[1] A se vedea A. LICHNEROWICZ, în *Logique et connaissance scientifique* (Encycl. Pléiade), p. 477.

cile pot fi deci în întregime traduse în termeni de construcție de structuri și o asemenea construcție rămîne deschisă la nesfîrșit. Semnul cel mai elocvent al acestui soi de dezgheț, care a marcat extraordinara extindere a matematicilor recente, este noul sens pe care l-a luat termenul de „ființe" matematice: începînd să constituie obiecte ideale, date odată pentru totdeauna, în noi sau în afara noastră, începînd deci să prezinte un sens ontologic, ele își schimbă mereu funcția, schimbînd nivelul, o operație efectuată asupra unor asemenea „ființe" devenind la rîndul ei obiect al teoriei și așa mai departe pînă la structuri alternativ structurate sau structurate de către structuri mai puternice; totul poate deveni deci o „ființă", în funcție de etaj, și ține astfel de acea relativitate a formelor și a conținuturilor, indicată deja la § I (sub C).

Dar oricît de ireverențioasă ar părea comparația dintre un matematician și un copil, e greu de negat că există o oarecare înrudire între această construcție continuă intențională și calculată a operațiilor asupra operațiilor și primele sinteze sau coordonări inconștiente care permit construirea numerelor sau a măsurilor, a adunărilor sau înmulțirilor, a proporțiilor etc. Numărul întreg însuși, ca sinteză a includerii claselor și a ordinii seriale, poate fi considerat deja ca rezultatul uneia din aceste operații efectuată asupra altora; la fel stau lucrurile în ce privește măsura (diviziune și deplasare). Înmulțirea este o adunare a adunărilor, proporțiile sînt echivalențe aplicate la două raporturi multiplicative, distributivitatea e o succesiune de proporții etc. Dar chiar înainte de constituirea primelor ființe matematice, procesul de abstracție reflectantă, ale cărei exemple precedente reprezintă forme deja evoluate, acționează permanent asupra formării însăși a noțiunilor și operațiilor inițiale: or, ea constă totdeauna în introducerea de noi coordonări la ceea ce a fost dedus din forme anterioare, ceea ce reprezintă de acum o modalitate de operații asupra operațiilor. De exemplu, reunirea unor clase distincte în vederea unor clasificări este pregătită prin reunirea indivizilor în clase și totodată adăugată la aceasta ca o

operație nouă care integrează pe cele precedente, îmbogățindu-le. La fel și pentru tranzitivitate etc.

B) Acum, în ceea ce privește rigoarea sau necesitatea structurilor construite progresiv, E. Meyerson, care voia să reducă activitatea rațiunii numai la procesul de identificare, a avut „curajul filosofic" să susțină că în măsura chiar în care matematicile generează noul, o fac împrumutîndu-l de la realitate și devin, prin aceasta, parțial iraționale. Într-adevăr, după acest autor, identitatea singură atinge evidența, pe cînd „diversul" depășește rațiunea: operațiile înseși ar trebui deci concepute ca fiind în parte deduse din real, ca prelungire a acțiunilor și prin aceasta ele introduc un element irațional care nu poate decît să crească odată cu multiplicarea construcțiilor. Interesul unor asemenea teze este că ele implică un fel de proporție inversă între fecunditate și rigoare, într-un sens diferite însă de acel al pozitivismului logic, pentru care tautologiile care caracterizează toate matematicile comportă în același timp *maximum* de rigoare și *minimum* de noutate. Meyerson este în plus mai consecvent decît Goblot, pentru care construcțiile operatorii care explică fecunditatea nu sînt reglate decît prin „propoziții anterior admise": ori, sau acestea conțin dinainte produsul construcțiilor și atunci nu există noutăți, ori nu implică acest produs și în acest caz cum îl reglează ele, căci nu e de ajuns o singură non-contradicție între structurile anterioare și cele noi, pentru ca acestea din urmă să se impună cu necesitate?

În realitate, faptul remarcabil și aproape paradoxal care se cere explicat este că fecunditatea și necesitatea merg totdeauna împreună: nimeni n-ar putea să nege că dezvoltarea uimitoare a matematicilor așa-zise „moderne" este marcată de două progrese corelative, ale unei constructivități întărite și a unei rigori mărite. Așadar, în chiar interiorul construcției structurilor trebuie căutat secretul acestei „necesități intrinsece" (după expresia folosită pe vremuri de P. Boutroux). În plus, pare legitim să distingem două paliere de necesitate, deosebind, după profunda remarcă a lui Cournot, demonstrațiile logice simple de acelea care oferă „motivarea" conse-

cinţelor de demonstrat: cele dintîi nu fac, într-adevăr, decît să arate cum decurg concluziile din premise, fiind deja conţinute în reunirea lor, pe cînd celelalte degajă un fel de lege de compoziţie care conduce la concluzii, ceea ce înseamnă iar a împăca constructivitatea cu rigoarea.

Un exemplu deosebit de evident este acela al raţionamentelor prin recurenţă, care sprijină demonstraţia pe întreaga succesiune a numerelor, ceea ce înseamnă a explica o proprietate specială, în interiorul unei structuri, prin legile de totalitate şi prin autoreglarea acestei structuri. În această privinţă, vom semnala o analogie genetică destul de izbitoare („Studii", vol. XVII): în timp ce sinteza incluziunii şi a ordinii care constituie numărul nu asigură conservarea mulţimilor numerice decît spre vîrsta de 7—8 ani, se întîlnesc subiecţi care, încă de la vîrsta de 5 ani şi jumătate, punînd cu o mînă o mărgea într-un borcan vizibil şi cu cealaltă mînă o mărgea într-un recipient mascat de un ecran, prevăd egalitatea indefinită a acestor două colecţii; „cînd ştii pentru o dată, ştii pentru totdeauna" spunea un copil de 5 ani, care la alte probe nu reuşea la întrebări de conservare (căci faptul de a adăuga de fiecare dată o mărgea echivalează cu o succesiune de îmbucări, iar succesiunea gesturilor comportă de la sine o ordine şi de aici decurge o sinteză locală şi momentană a incluziunii şi a ordinii).

Într-un cuvînt, dacă înmulţirea structurilor atestă fecunditatea, legile lor interne de compoziţie (de exemplu reversibilitatea $P.P.^{-1} = 0$, o sursă de non-contradicţie) sau cele externe (morfisme interstructurale) asigură necesitatea lor prin simplul fapt al închiderilor ieşite din autoreglarea lor (a se vedea din punct de vedere genetic exemplul tranzitivităţii: cap. I, § IV). Se cuvine însă, fără îndoială, să distingem în această privinţă, grade în structurare. Astfel pot fi denumite „clase slab structurate" acelea în care nu există legi de compoziţie care să permită trecerea de la caracteristicile întregului la acelea ale unui părţi (de exemplu, de

la Nevertebrate la Moluște), sau de la acelea ale unei părți la acelea ale alteia (de la Moluște la Celenterate) și „clase puternic structurate", acelea care comportă asemenea transformări bine reglate (de exemplu, o grupă și sub-grupele sale). Această distincție deja valabilă pe plan genetic, se înrudește probabil cu noțiunea de „forță mai mult sau mai puțin mare a structurilor, noțiune care se impune în urma lucrărilor lui Gödel. Nu e exclus chiar ca să se poată deosebi, în această privință, grade în contradicție: ni se pare, de exemplu, mai contradictoriu să admitem $n - n \neq 0$, decît să admitem pentru o clasă calitativă puțin structurată $A - A \neq 0$. În orice caz, în aritmetică se demonstrează identitatea tuturor claselor nule, pe cînd lipsa de cartofi nu e tot una cu lipsa de spanac[1].

C) În ceea ce privește relațiile între matematici și realitate, relevăm mai întîi că în aceasta din urmă, totul pare să fie matematizabil, dacă nu întotdeauna în sensul măsurii, cel puțin al izomorfismelor și al punerii în structuri. Fără îndoială acesta nu e decît un postulat, ale cărui succese însă au fost pînă acum în creștere, chiar în domenii care încă i-au rezistat, ca acelea ale fenomenelor vitale. Mai mult, s-a insistat adeseori asupra anticipărilor surprinzătoare, după care structurile operatorii construite deductiv, fără grijă pentru aplicații, au putut servi ulterior drept cadru sau ca instrumente explicative pentru fenomene fizice descoperite mult mai tîrziu: teoria relativității și a fizicii nucleare oferă numeroase exemple în acest sens.

Soluția pe care o sugerează, în această privință, cercetările genetice, este că, așa cum s-a văzut, dacă structurile elementare purced din coordonările generale ale acțiunii și acestea din coordonările nervoase, pentru a ajunge la izvoarele

---

[1] E cunoscută anecdota patronului de restaurant, cam prea tare în logică, care a refuzat să servească un „biftec fără cartofi", tocmai pentru că în ziua aceea nu avea cartofi, oferind însă clientului său, spre consolare, un „biftec fără spanac" pentru că spanac avea la dispoziție.

lor, trebuie să mergem înapoi pînă la coordonările organice și biofizice, căci joncțiunea între operațiile subiectului și structurile obiectului trebuie căutată chiar în interiorul organismului, înainte de a putea fi confirmată de intersectările între deducție și experiența externă. Întrucît, în general „viața este creatoare de forme", așa cum spunea Brachet (și într-un sens oarecare însuși Aristotel), convergența între formele materiale ale lumii fizice din care face parte organismul și formele intemporale construite de subiect pare, în principiu, comprehensibilă.

Mai puțin comprehensibil este faptul că nu s-a pierdut pe drum continuitatea filiațiilor, fiindcă între structurile organice inițiale și cele ale operațiilor formale ale spiritului se intercalează o serie extrem de lungă și complexă de reconstrucții cu convergențe de la un palier la altul pe planul organismului și de abstracții reflectante cu noi reorganizări pe planul comportamentului. În opoziție însă cu învățările exogene și cu teoriile fundate pe experiență, specificul structurilor logico-matematice este de a nu pune niciodată în cauză pe acelea care le-au precedat, ci de a le depăși, integrîndu-le cu titlul de substructuri, căci imperfecțiunile inițiale nu țin de formele inițiale decît în limite foarte înguste. E un fenomen de același gen care asigură continuitatea formelor generale de coordonare.

Rămîne în schimb problema de a înțelege, atunci cînd subiectul devine capabil în același timp de raționamente și de experiențe, în ce constau schimburile între matematicile care se orientează numai spre deducție și amănuntele datelor experienței. De fapt, primele demersuri matematice ar putea să pară empirice: reunirea sau disocierea elementelor unui abac, verificarea comutativității prin permutarea subcolecțiilor etc. În opoziție însă cu experiența fizică unde informația este extrasă din caractere ce aparțin efectiv obiectului, lectura acestor „experiențe logico-matematice" nu privește decît proprietățile pe care acțiunea le introduce în obiect (adunări, ordine etc.): este așadar firesc ca aceste acțiuni, de îndată ce

au fost interiorizate în operații, să poată fi executate simbolic și deci deductiv și că — în măsura în care, pornind de la aceste forme elementare, se elaborează multiplele structuri operatorii — acordul lor cu „obiectele oarecare" să rămînă asigurat, în sensul că nu pot fi dezmințite de nici o experiență fizică, fiindcă ele țin de proprietățile acțiunilor sau operațiilor și nu de ale obiectelor. Amintim că trebuie să se facă, în această privință, o mențiune specială pentru operațiile spațiale, care țin de structurile subiectului cu abstracții reflectante și totodată de experiența sau de abstracția fizică, căci obiectele înseși comportă o geometrie.

Rămîn însă de luat în considerare cazurile, de care istoria fizicii abundă, în care anumite conținuturi experimentale rezistă operațiilor cunoscute, solicitînd noi construcții. Acest lucru se observă chiar de la geneză, la nivelurile la care elaborarea legilor și mai ales explicația cauzală dau loc la structurări ce par impuse din afară. E interesant faptul că în aceste condiții modeste are loc un proces oarecum comparabil cu raporturile care — la niveluri superioare ale gîndirii științifice — există între fizica experimentală, apoi teoretică (aceasta din urmă fiind încă supusă experienței) și fizica matematică care reconstruiește pe cale pur deductivă ceea ce au stabilit disciplinele precedente. Într-adevăr, către vîrsta de 10—11 ani se observă mai întîi încercări de stabiliri de relații care rămîn parțiale, precum referințe spațiale care țin de două sisteme distincte dar nu coordonate, sau corespondențe cantitative care respectă inegalitățile existente, fără însă a depăși procedurile aditive; apoi, într-o a doua fază, anticipațiile devin posibile, după coordonarea celor două sisteme de referință sau după elaborarea raporturilor de multiplicare, specifice proporțiilor. În asemenea cazuri însă, experiența nu e suficientă ca să asigure formarea de operații noi, în lipsă de instrumente de lectură adecvate, și numai activitatea operatorie a subiectului e aceea care poate parveni la construirea acestor instrumente și (într-o a treia fază) la aceea a structurii explicative. Mai exact spus, rolul experienței, într-o

primă fază, nu constă decît în dezmințirea previziunilor prea simple, bazate pe operațiile de care dispunea subiectul și a-l sili pe acesta să caute altele mai potrivite. De exemplu, într-o cercetare asupra distributivității la întinderea unui elastic, subiectul începe prin a raționa în termeni aditivi ca și cum alungirea s-ar produce numai la extremitate (apoi la capătul fiecăruia din segmentele inegale, dar cu adaosuri egale): atunci experiența îi arată eroarea, dar în lipsă de structuri multiplicative și de proporții, el se va mulțumi cu relații parțiale și va admite că un segment mare crește ceva mai mult decît unul mic, fără a ști cu cît anume. A doua fază începe cu înțelegerea proporționalității, dar e esențial de notat că aceasta nu rezultă pur și simplu din experiențe: ea constituie instrumentul de asimilare necesar lecturii acestor experiențe și dacă acestea au provocat construirea lui, a fost nevoie, pentru a-l efectua, de activitatea logico-matematică a subiectului. Urmează apoi a treia fază, care poate fi, de altfel, prelungirea imediată a celei de-a doua: explicarea întinderii printr-o transmisie distributivă, și deci omogenă, a forței. Din punct de vedere matematic, interesul acestei interpretări cauzale este că — dacă e vorba, desigur, de o „atribuire" a operațiilor obiectului însuși, așa cum vom arăta în paragraful următor — elaborarea acestui model n-a fost posibilă decît pornind de la instrumentul de asimilare care a permis mai înainte lectura legii, pornind deci de la o construcție logico-matematică „aplicată" la obiecte, înainte ca operațiile astfel construite să le fie „atribuite" cu titlu cauzal.

Se constată deci o convergență relativă a acestor fapte genetice cu procedeele prin care fizica matematică însăși procedează la construcții autonome provocate, dar nu dictate de experiență. Mergînd mai departe decît psihogeneza, s-ar putea ajunge la constatarea unei analogii între aceste relații cognitive ale deducției (endogenă) cu experiența și relațiile biologice ale genomului cu mediul, atunci cînd genomul construiește în mod autonom o „fenocopie" care nu rezultă pur și simplu din acțiunea fenotipului, ci îi corespunde printr-un fel de mulaj activ.

Referindu-ne la domeniul matematic, am subliniat că unele noțiuni apărute tîrziu în știință se dovedesc, dimpotrivă, destul de primitive în psihogeneză, ca și cum pătrunderea lor în conștiință ar pleca de la rezultante înainte de a ajunge la surse: acesta e cazul corespondenței biunivoce, precum și al structurilor topologice (care, la copil, par să preceadă cu mult construcțiile euclidiene și proiective). În domeniul fizicii, un fenomen analog se prezintă în modul următor. Cu ocazia revoluțiilor științifice, spectacol pe care științele cele mai avansate ale naturii ni-l oferă necontenit, cea mai mare parte a noțiunilor clasice sînt zdruncinate și trebuie să fie supuse unor restructurări: timpul, spațiul fizic, conservarea masei și a energiei etc., odată cu apariția teoriei relativității; continuul, relațiile între corpusculi și unde, determinismul însuși etc., odată cu microfizica. Anumite concepte par, dimpotrivă, să reziste mai mult decît altele: astfel, viteza capătă în universul relativist semnificația unui fel de absolut, chiar dacă se scrie sub forma unei relații, iar mărimea fizică „acțiune" joacă un rol analog în microfizică. Or, în perspectiva după care organismul viu asigură legătura între lumea fizică, din care face parte și comportamentele sau chiar gîndirea subiectului, a cărei sursă este, s-ar putea ajunge la presupunerea că aceste noțiuni, care sînt cele mai rezistente, sînt și cele mai adînc înrădăcinate din punct de vedere psihogenetic și poate chiar biogenetic.

A) În ceea ce privește relațiile cinematice („Studii", vol. XX și XXI), este, într-adevăr, impresionant de constatat că în domeniul percepțiilor animale ereditare (cercetările s-au efectuat la batracieni și insecte) există o percepție diferențiată a vitezei, ca și a formelor și distanțelor, iar la broască au putut chiar fi găsite celule specializate în acest scop, în timp ce pentru durată nu există nimic asemănător. La copil se observă o intuiție precoce a vitezei, independentă de durată și bazată pe noțiunea pur ordinală a depășirii (ordinea de succesiune în

spațiu și în timp, însă fără referire la spațiile parcurse, nici la durate), pe cînd intuițiile temporale par întotdeauna legate de raporturi de viteză, în special de simultaneitate. Astfel, tînărul subiect va admite fără dificultate simultaneitatea plecărilor și a sosirilor în cazul a două mișcări cu aceeași viteză, paralele și învecinate, dar va contesta simultaneitatea sosirilor dacă unul din cele două mobile ajunge mai departe. Atunci cînd ajunge să recunoască aceste simultaneități ale plecărilor și apoi ale opririlor, el va continua totuși să creadă multă vreme că parcursul mai lung a luat mai mult timp. Încă și adultului, din două mișcări cu viteze diferite prezentate în durate scurte, cea mai rapidă îi pare, perceptiv, că încetează înaintea celeilalte, pe cînd opririle sînt obiectiv simultane. Tot astfel, percepția duratelor va fi influențată de aceea a vitezelor.

În genere, atîta timp cît e vorba de o singură mișcare, subiectul va ști foarte curînd să spună că un parcurs *AC* ia mai mult timp decît parcursurile parțiale *AB* sau *BC* și că într-un timp *AC* parcursul va fi mai lung decît în duratele parțiale. *AB* sau *BC*. Iar atunci cînd e vorba de frecvențe de prezenare a unui sunet sau a unui semnal luminos, va ști de asemenea să găsească, fără dificultate, relațiile între aceste frecvențe și durate. De îndată însă ce intervin două mișcări diferite sau două frecvențe distincte, survin dificultăți din faptul că atunci devine necesară coordonarea a două timpuri locale și a două spații (sau frecvențe) locale, pentru a extrage de aici relațiile spațio-temporale comune celor două mișcări sau schimbări, iar aceste coordonări vor rămîne, pînă aproape de 9 ani, esențialmente ordinale (confuzie între mai lung și mai departe sau mai mult timp etc.). Nu e așadar o exagerare să se considere că la viteze și distanțe de scară superioară, coordonările pe care a trebuit să le efectueze mecanica relativistă, atunci cînd faptele (experiența lui Michelson și Morley etc.) au arătat insuficiența timpului omogen universal și a extrapolărilor bazate pe spațiul nostru euclidian la scară apropiată, participă la un proces general de coordonare între viteze, durate și distanțe, proces a cărui primă

etapă a constat în simpla coordonare a relațiilor inerente fiecăreia din cele două mișcări distincte, pentru a ajunge la acel timp și acel spațiu euclidian omogene. Vechile (dar mereu actualele) reflecții ale lui Poincaré privind condițiile simultaneității în experiența imediată, arătau deja clar acest lucru și e interesant de constatat că faptele ce pot fi observate în cursul psihogenezei noțiunilor cinematice, prezintă dificultăți mult mai considerabile. Într-o atare perspectivă, genetică și istorică totodată, primatul general al noțiunii de viteză (viteză mișcare sau viteză frecvență) capătă astfel o semnificație epistemologică deosebită.

B) Revenind în acest sens la mărimea fizică „acțiune" și în genere la explicația cauzală, faptele psihogenetice par a scoate în evidență că această cauzalitate s-a născut din acțiunea proprie, încă la nivelul senzori-motor și la începuturile inteligenței reprezentative: dar sîntem încă departe de acțiunea în sens fizic, căci dacă intuițiile de împingere, de rezistență și de transmitere imediată a mișcării intervin foarte timpuriu și mai ales încă de la acțiunile instrumentale, acestora li se adaugă tot felul de „puteri" variate și neanalizate, la care se amestecă iluzia subiectivă și relațiile efective. Iar relațiile cauzale între obiecte rezultă mai ales dintr-o atribuire a acestor acțiuni și puteri proprii, conform unui psihomorfism încă general. Dimpotrivă, de la al doilea nivel preoperator se elaborează „funcțiunile constituante" care marchează un început de descentrare a subiectului, apoi de la primul nivel al stadiului „operațiilor concrete", cauzalitatea vădește o atribuire a operațiilor înseși obiectelor și de aici decurge formarea transmiterilor „mediate" etc. (a se vedea cap. I, § IV). La acest nivel acțiunea începe să dobîndească o semnificație fizică: de exemplu, pentru împingeri pe un plan orizontal, subiectul va admite că lovirea mobilului activ care aruncă mobilul pasiv din punctul *A* în punctul *B*, este echivalentă cu o antrenare continuă în cursul căreia mobilul activ însoțește mobilul pasiv pe care îl împinge astfel mai încet din *A* în *B*. În acest caz se poate vorbi deja de „acțiuni" în sens *fte,* timpul scurt al lansării fiind compen-

sat printr-o lovitură mai puternică și timpul lung al antrenării, printr-o împingere mai slabă. În plus împingerea p ține seamă atît de greutăți cît și de viteze și deci $p = mv$, cu toate că, așa cum s-a văzut, forța nu este încă diferențiată de mișcarea însăși (de unde $fte = dp$). La al doilea nivel al operațiilor concrete se efectuează diferențierea și începînd de la operațiile formale se impune rolul accelerației (de unde $f = ma$).

În această evoluție a noțiunilor de acțiune și de forță, ca și în numeroasele situații cauzale studiate deja (transmisii, compuneri de forțe, acțiuni și reacțiuni etc.), se regăsește mereu acest rol al operațiilor subiectului, așa cum s-a indicat în paragraful precedent, însoțit însă de acea „atribuire" de structuri operatorii obiectelor înseși, lucru ce ne interesează acum căci aici se află o convergență nouă și de ordin foarte general între geneza și dezvoltarea gîndirii științifice însăși.

C) În acest ultim domeniu este destul de cunoscută importanța epistemologică a problemei relațiilor dintre legitate și cauzalitate, căci prima ține de domeniul celor observabile, pe cînd cauzalitatea este întotdeauna neobservabilă și doar dedusă și de aici neîncrederea tradițională a empirismului, apoi a pozitivismului față de ea. Chiar în ce privește „percepția cauzalității" în sensul înțeles de Michotte, cu ocazia acțiunii unui mobil asupra altuia, se percepe efectiv că „a trecut" ceva, dar nu se vede „trecînd" nimic: deja pe acest plan elementar cauzalitatea constituie așadar rezultanta unei compoziții (aici, între reglări perceptive), dar nu unul din observabile și mărginindu-se la acestea, Hume ar putea continua să vorbească de simple succesiuni regulate, deci de „conjuncții" fără „conexiuni".

Desigur că faptele generale și relațiile repetabile care constituie legitatea, oricît ar fi ele de observabile, au nevoie, penru a fi înregistrate, de operații și aceasta chiar de la lectura experienței, cum s-a amintit în paragraful precedent. Pe vremuri, Duhem insista asupra numărului de presupoziții teoretice pe care le implică afirmația „curentul se stabilește",

atunci cînd observatorul nu vede decît un ac deplasîndu-se ușor pe tabloul unui aparat electric. Proporțional, tot atît de multe îi trebuie copilului pentru a aprecia o simplă accelerație sau pentru a recunoaște că jetul care țîșnește lateral dintr-un tub cilindric vertical străpuns de o gaură, depinde de coloana de apă situată deasupra lui și nu de o mișcare ascendentă. Chiar dacă observabilele pure nu constau decît în deplasări sau în schimbări de stare, ele sînt deja structurate de către multiple relații încă de la lectura și mai mult încă de la generalizarea lor în legi, ceea ce presupune o continuă activitate operatorie a subiectului. Într-un cuvînt, faptul fizic nu este accesibil decît prin mijlocirea unui cadru logico-matematic, chiar de la constatarea și *a fortiori* în cursul travaliului de inducție. Dar operațiile despre care e vorba în aceste cazuri nu sînt încă decît „aplicate" la obiecte, adică ele furnizează forme pentru aceste conținuturi fizice, așa cum ar putea face pentru orice conținuturi susceptibile de a accepta asemenea forme, în numeroasele lor varietăți. Acest proces al „aplicării" formelor operatorii elementare, a căror geneză arată că ele sînt necesare pentru constatarea și generalizarea faptelor, la ecuațiile funcționale cele mai rafinate pe care matematicile le oferă fizicienilor pentru structurarea legilor lor, este același și e suficient în ceea ce privește legitatea.

Cu totul altul este procesul explicației cauzale, care comportă un ansamblu de schimburi surprinzătoare între operațiile logico-matematice și acțiunile obiectelor. A explica legile, cu alte cuvinte a le justifica în loc de a se mărgini la descrierea, fie ea oricît de analitică, a acestora, înseamnă în primul rînd a le deduce unele din altele pînă la constituirea unor sisteme. Această deducție însă nu duce la ieșirea din legitate, atîta timp cît se mărginește la inserarea de legi particulare în altele mai generale, pentru ca apoi să le deducă din acestea pe cale silogistică. Deducția nu devine explicativă decît din momentul cînd ia o formă constructivă, adică atunci cînd tinde să degajeze o „structură" ale cărei transformări ar permite regăsirea legilor, atît a celor generale cît și a celor particulare, însă cu titlul de conse-

cinţe *necesare* ale structurii, şi nu cu titlul de generalităţi de diverse ordine, doar îmbinate. O asemenea structură, împrumutată, evident, din arsenalul structurilor matematice posibile (luate ca atare sau remaniate pentru adaptare la problema examinată), înseamnă introducerea pe plan fizic a ceea ce se cheamă „modele".

Cu aceasta însă nu s-a spus totul şi modelul nu-şi joacă rolul explicativ decît exact în măsura în care transformările structurii nu numai că permit subiectului-fizician de a se regăsi pe sine în labirintul relaţiilor sau al legilor, dar corespund efectiv şi material transformărilor obiective şi reale (adică „ontice", ca să spunem aşa) care se produc în lucruri. În această etapă deci, se disting cele două deosebiri fundamentale între legitate şi cauzalitate. Prima este că dacă legitatea poate să rămînă pe planul „fenomenelor", fără să aibă de hotărît cu privire la realitatea sau inutilitatea suporturilor posibile, cauzalitatea pretinde ca „obiectul să existe": de aici căutarea permanentă de obiecte la toate scările, ale cărei începuturi istorice datează din epoca în care, fără să se sprijine pe nici o experienţă şi neavînd măcar o bănuială despre metoda experimentală, grecii au ajuns la ipoteza eroică a unei lumi de atomi, ale cărei compoziţii ar putea să explice diversitatea calitativă a realului. A doua deosebire dintre legitate şi cauzalitate derivă din cea precedentă: pe cînd operaţiile implicate în constituirea legilor nu sînt decît aplicate la obiecte, acelea care intervin în structura sau în modelul obiectelor le sînt „atribuite" acestora, în sensul că aceste obiecte înseşi, de vreme ce există, devin operatori care efectuează transformările sistemului. Şi cum aceste operaţii atribuite sînt în principiu aceleaşi cu cele pe care le folosea legitatea, cu singura deosebire că sînt coordonate în „structuri" şi cum aceste structuri sînt analoage ale construcţiilor logico-matematice (cu deosebirile datorate inserţiei lor în durată şi materie), atribuirile cauzale dau spiritului posibilitatea de a „înţelege", datorită acestei convergenţe între ceea ce fac materialmente operatorii obiectivi şi ceea ce poate face subiectul însuşi prin deducţiile sale.

Plecînd de la multiplele atribuiri de structuri concrete şi mai ales formale, din care am dat în capitolul I cîteva exemple (tranzitivitate şi transmisii, compoziţii multiplicative, grup INRC etc.), pînă la structurile de grupuri pe care le folosesc diferitele mecanici şi la operatorii independenţi descrişi de microfizică, procesul explicaţiei cauzale se prezintă, în mod foarte general, sub aceste forme funcţional analoage.

D) Dar pe cînd aceste convergenţe între operaţiile logico-matematice şi operatorii cauzali ridică, din punctul de vedere al celor dintîi, problema generală a originii unei astfel de adecvări (discutată la II, C), ele conduc, reciproc, la punerea unor chestiuni tulburătoare din punctul de vedere al fizicii.

Dacă empirismul logic ar avea dreptate, obiectivitatea subiectului ar trebui să fie imediată şi generală datorită contactelor perceptive posibile cu obiectele şi numai extinderea crescîndă a etapelor de cercetare ar putea explica dificultăţile întîlnite şi progresiv depăşite. În această perspectivă fizicalistă, operaţiile logico-matematice s-ar reduce la un simplu limbaj, tautologic în sine, dar care serveşte ca să redea ceea ce aduce observaţia; în sfîrşit, operaţiile propriu-zis fizice n-ar consta decît în cele descrise de Bridgman, care permit observatorului să găsească ori să regăsească relaţii, în special metrice, pe care deosebirile de scară le ascund observaţiei imediate (cf. metodele care servesc la evaluarea distanţelor între două oraşe sau între două stele). În acest caz, se pune problema de a înţelege de ce un tablou atît de simplu este insuficient istoriceşte, ceea ce revine la a se întreba de ce fizica (atît experimentală cît şi matematică) s-a constituit cu o întîrziere atît de considerabilă în comparaţie cu ştiinţele pur deductive, pe cînd, dacă interpretările pozitivismului logic ar fi juste, ea ar fi trebuit să le preceadă sau să se dezvolte în acelaşi timp cu ele.

Obiectivitatea este, înainte de toate („Studii vol. V şi VI), un proces şi nu o stare, şi reprezintă chiar o cucerire dificilă, prin aproximaţii indefinite, fiindcă trebue să indeplinească

următoarele două condiții. Prima e că întrucît subiectul nu cunoaște realul decît prin acțiunile sale (și nu numai prin percepțiile sale), atingerea obiectivității presupune o descentrare. Or, aceasta e departe de a caracteriza doar trecerea de la copilărie la vîrsta adultă: întreaga istorie a astronomiei este istoria centrărilor succesive de care omul a trebuit să se elibereze încă din epoca în care corpurile cerești îi urmau pe oameni (steaua regilor magi etc.) pînă la Copernic și Newton, care mai credeau că ceasornicul și metrul nostru sînt universale. Și acesta e doar un exemplu. Or, subiectul nu parvine să se descentreze decît coordonînd mai întîi acțiunile sale în cadrul unor specii de structuri operatorii din ce în ce mai comprehensive. Numai că obiectul, nefiind mai întîi cunoscut decît prin acțiunile subiectului, trebuie el însuși să fie reconstituit și devine prin aceasta o limită de care căutăm să ne apropiem la infinit, fără a o atinge vreodată: a doua condiție a obiectivității este așadar această reconstituire prin aproximații și de aici urmează o serie de noi coordonări, între stările succesive ale unuia și aceluiași obiect, precum și între obiecte, ceea ce revine la elaborarea principiilor de conservare și a sistemelor cauzale. Cum însă e vorba de aceleași coordonări operatorii, s-ar putea susține că descentrarea subiectului și reconstituirea obiectului sînt două aspecte ale uneia și aceleiași activități de ansamblu. Aceasta e just, dar sub rezerva esențială că o coordonare a operațiilor subiectului se poate efectua pe cale deductivă, pe cînd construirea realului presupune în plus, un permanent recurs la experiență: or, lectura ca și interpretarea experienței cer ele însele coordonarea precedentă. Complexitatea unei asemenea situații explică, fără îndoială, întîrzierea istorică a fizicii față de matematici. Ea arată, în orice caz, de ce este iluzoriu să se considere obiectivitatea ca un demers spontan, pentru a nu spune automat, al funcțiunilor cognitive, așa cum o face empirismul.

Dar dacă operațiile logico-matematice joacă astfel un rol necesar în descentrarea subiectului și în reconstituirea obiectului, a le considera ca un limbaj descriptiv înseamnă

a spune că, construirea instrumentelor descrierii trebuie să preceadă folosirea ei. Acest lucru n-are însă nici un sens dacă această descriere este într-adevăr constitutivă, deci dacă ea e mai mult decît o descriere. Din punctul de vedere al epistemologiei fizicii însă, problema este următoarea: structurile logico-matematice (nu are importanță acum dacă sînt taxate ca limbaj, dar indispensabil înțelegerii, sau ca instrumente de structurare) privesc ansamblul extemporaneu al posibilelor, pe cînd inserția lor în real, mai întîi cu titlul de aplicații pentru stabilirea de legi obiective și mai ales cu titlul de atribuiri pentru obținerea explicației cauzale, înseamnă încarnarea lor în temporal, în finit și deci într-un sector prin esență limitat în raport cu dimensiunile acestor structuri abstracte. Or, ciudat aici e că realul nu e efectiv atins, nu numai în obiectivitatea sa, ci și, mai ales, în inteligibilitatea sa, decît după ce a fost inserat între posibil și necesar, adică în calitate de ceva intercalat între posibile legate între ele prin legături necesare prin deducție.

În ce privește detaliile teoriilor fizice, acest proces este curent chiar la nivelurile cele mai elementare. A explica o stare de echilibru prin compensarea tuturor travaliilor virtuale, înseamnă a-ți oferi un tablou al tuturor posibilităților compatibile cu constrîngerile sistemului și a le compune după o legătură necesară: de aici inteligibilitatea stării de fapt, singura reală în circumstanță. A calcula o compunere de forțe înseamnă a raționa ca și cum fiecare ar constitui un vector independent de celelalte și totodată a le lega printr-o adițiune vectorială care să le subordoneze pe toate unui ansamblu cu o intensitate și o direcție care sînt singurele reale actualmente: operație al cărei sens matematic este banal, dar a cărei semnificație fizică este din punct de vedere epistemologic atît de ciudată, încît Descartes s-a înșelat în ale sale nouă legi ale șocului, iar cazurile cele mai simple de compuneri a tracțiunilor prin greutăți nu sînt stăpînite de copil decît la nivelul operațiilor formale. În cazurile mai complexe cum sînt integralele lui Fermat sau ale lui Lagrange, care intervin în calculele de *extremum*, această inserție a rea-

lului între posibil şi necesar devine atît de evidentă, încît Max Planck a crezut că vede în ea o subordonare a universului fizic unui principiu de finalitate care îi părea tot atît de obiectiv ca acel al cauzei eficiente, obiectele devenind astfel „fiinţe raţionale" care se conformează unui plan de ansamblu. Dacă însă această raţiune rămîne aceea a fizicianului, problema se reduce la aceea a relaţiilor între posibil şi real şi, precum se ştie, tocmai în aceşti termeni se pun, în cele din urmă, toate chestiunile de probabilitate.

În total, operaţiile de care fizica are nevoie, fie că e vorba de acelea ale subiectului fizician sau ale operatorilor implicaţi în acţiunile obiectelor, depăşesc de departe cadrul operaţionalismului lui Bridgman, pentru că e vorba de o parte şi de alta de operaţii structurante şi nu numai de procedee utilitare destinate să se regăsească aici în structuri dinainte date. Desigur, obiectul există şi structurile obiective există şi ele înainte de a fi descoperite. Ele însă nu sînt descoperite la capătul unei călătorii operaţionale (în sensul lui Bridgman) în felul în care Columb a descoperit America în cursul călătoriei sale: nu le putem descoperi decît reconstruindu-le, adică apropiindu-ne de ele din ce în ce mai mult, fără a avea însă certitudinea de a le atinge pur şi simplu vreodată. În această perspectivă subiectul există şi el, şi chiar dacă instrumentele sale îşi au sursa în însăşi lumea fizică, prin mijlocirea biogenezei, ele o depăşesc necontenit, construind un univers extemporaneu de posibile şi de legături necesare, care este mult mai fecund decît un „univers al discursului", fiind vorba de sisteme de transformări care îmbogăţesc obiectele pentru a le reuni mai bine.

Asemenea afirmaţii pot părea ciudate, fiindcă fără îndoială că fizica e departe de a fi o ştiinţă încheiată, de vreme ce n-a putut încă să integreze în sine biologia şi *a fortiori,* nici ştiinţele comportamentului. Rezultă de aici că noi raţionăm în prezent asupra unor domenii separate şi simplificate artificial, fizica nefiind pînă acum decît ştiinţa obiectelor fără viaţă şi fără conştiinţă. În ziua în care ea va deveni mai „generală" (după expresia tare a lui Ch. Eug.

Guye) și ar cunoaște ceea ce se petrece în materia unui corp viu și care folosește chiar rațiunea, îmbogățirea epistemologică a obiectului de către subiect, ipoteză pe care o facem aici, ar părea poate ca o simplă lege relativistă de perspectivă sau de coordonare a sistemelor de referință, demonstrînd totodată că, pentru subiect, obiectul n-ar putea fi altul decît acela care îi apare lui, dar și că, din punct de vedere al obiectelor, subiectul n-ar putea fi diferit.

IV. — CONSTRUCTIVISMUL ȘI CREAREA NOUTĂȚILOR

În încheierea acestei mici lucrări, trebuie să examinăm mai îndeaproape problema centrală a construirii cunoștințelor noi, pe care am întîlnit-o mereu și să căutăm ce ne poate oferi în această privință perspectiva genetică.

A) Plecînd de la observația precedentă (sfîrșitul § III), trebuie să constatăm în primul rînd că dacă fizica nu e o știință încheiată, ceea ce e de la sine înțeles, universul nostru însuși nu este nici el încheiat, lucru pe care epistemologia îl uită prea adeseori: el se degradează în parte, fapt care nu ne interesează deloc aici, dar tot el este sediul unor creații multiple, după cum pare să o demonstreze cosmologia contemporană. Tot așa, dacă evocăm evoluția speciilor în cursul erei cuaternare, s-a produs atunci o mulțime considerabilă de noutăți, începînd cu hominizarea cîtorva primate și o întreagă serie de rase neprevăzute continuă să se formeze în numeroase specii animale și vegetale. Cît despre modificările fenotipice noi, a căror natură, în ce privește cunoștințele, este esențială, ele se pot produce aproape la discreție, sub ochii noștri, ca interacțiuni nerealizate încă între un organism relativ plastic și un mediu modificat.

Dar ca urmare a acestei referințe la transformările biologice, se pune problema alternativei între noutatea reală și predeterminare. Combinațiile posibile ale secvențelor ADN-ului fiind nenumărate, e ușor de susținut că orice variație ere-

ditară nu este decît actualizarea unei combinații preformate. Ipoteză de necombătut, dar inutilă, a spus Dobzhansky; rămîne totuși de analizat ce înseamnă termenii de „posibil" și „actualizare". Or, într-un astfel de domeniu, posibilul nu e recunoscut în mod autentic decît retroactiv, după ce a fost realizat, iar această actualizare comportă o interacțiune necesară cu circumstanțele contingente ale mediului: preformarea unui genotip nou, nu înseamnă așadar, de fapt, decît existența unei anumite continuități cu acele genotipuri din care s-a născut, dar nu îndeplinește condițiile necesare și suficiente pentru formarea sa. *A fortiori,* preformarea unui fenotip, adică modificarea unei „norme de reacție", comportă, bineînțeles, o anumită continuitate cu stările anterioare ale acesteia, dar presupune în plus un anumit număr de interacțiuni cu mediul, care nu erau previzibile în amănunt.

Spre deosebire însă de construcțiile cognitive pe care le presupunem a fi în același timp noi și necesare, noutățile precedente sînt mai ușor de recunoscut ca atare, ele fiind contingente. Pe măsura apropierii de cunoaștere, chestiunea care se pune este aceea a creativității acțiunilor omenești și în special a tehnicilor care se înrudesc de aproape cu cunoașterea științifică. Or, tehnicile par să constituie noutățile cele mai evidente, transformînd în fiecare zi universul nostru: în ce privință pot fi ele atunci calificate drept „noi" și în ce privință pot fi, la rîndul lor, considerate ca predeterminate? Prima lansare a unui satelit artificial a fost, fără îndoială, una dintre acțiunile tehnice cele mai minuțios pregătite și care se sprijineau, în consecință, pe cel mai mare număr de cunoștințe prealabile, în raport cu încercarea întreprinsă. S-ar putea spune deci că e vorba de o combinație calculabilă, ale cărei elemente erau toate date. Desigur, însă, altceva este a concepe o combinație care se realizează fatalmente între numeroși factori aparținînd unui număr considerabil de serii eterogene (începînd cu datele astronomice și pînă la natura carburantului) și altceva de a fi avut ideea căutării acestei combinații. În primul caz, pro-

babilitatea este cu mult mai slabă încă decît cea calculată de biologul Bleuler pentru analizarea a ceea ce ar fi formarea unui ochi prin mutații conjugate (ajungea la un proces a cărui durată ar fi depășit vîrsta Terrei): este deci puțin semnificativ de a vorbi de o predeterminare a combinației. În al doilea caz, ideea directoare constituie desigur rezultatul unei serii de proiecte anterioare, dar combinația realizată rezultă din alegeri și din relații care nu sînt conținute în aceste proiecte: ea este deci nouă în calitatea ei de combinație datorită inteligenței unuia sau mai multor subiecți și ne îmbogățește cu obiecte care, înaintea anumitor apropieri activ cercetate, nu erau nici cunoscute, nici măcar deductibile.

Așadar, în acest plan al acțiunii, care nu e încă acel al construcțiilor necesare, se pune problema care domină, pare-se, pe aceea a noutăților sau a preformărilor: dacă orice producție nouă se consideră ca predeterminată, prin simplul fapt că era posibilă avînd în vedere rezultatele obținute, se pune chestiunea de a stabili dacă, în raport cu realul și schimbările sale continue, posibilul este stabil prin natura sa, fiind deja dotat în întregime și în mod intemporal, sau este el însuși supus transformărilor, în sensul că actualizarea unora dintre sectoarele sale constituie o deschidere spre „noi" posibile. Or, de la variațiile biologice și pînă la construcțiile caracteristice acțiunilor omenești și tehnicilor, pare să reiasă de la sine că orice inovație deschide tocmai calea unor noi posibilități. Dar oare la fel stau lucrurile cu succesiunea structurilor operatorii, atunci cînd fiecare din ele, odată construită, apare ca necesară și deductibilă pornind de la structurile precedente?

B) Am văzut cum, în cursul genezei, cunoașterea purcede, la început, de la acțiuni materiale pentru a ajunge în cele din urmă la intemporal și la o deschidere spre ansamblul posibilelor. Am constatat, pe de altă parte, felul în care inserția fapelor fizice în cadrele logico-matematice și felul în care atribuirea de operații obiectelor înseși conduceau la o inserție a realului între posibil și necesar, ca și

cum universul posibilelor ar fi singurul care poate să facă inteligibile transformările temporale. De aici la platonism pare să nu fie decît un pas, pe care G. Juvet l-a făcut pe vremuri cu convingere, în numele „Structurii noilor teorii fizice". La aceste teorii s-au adăugat însă constructivismul, în sensul strict al lui Brouwer, lucrările asupra limitelor formalizării, noile cercetări asupra transfinitului și uimitoarea libertate în construirea „morfismelor", care reprezintă tot atîtea indicii foarte semnificative ale unei eventuale înrudiri între geneza temporală, care este unul din obiectele studiilor noastre și acest fel de geneză sau de filiație intemporale, dar nu mai puțin efective, pe care dezvoltarea structurilor logico-matematice pare a le dovedi (a se vedea în această privință vol. XV din „Studii").

Problema este așadar următoarea. Atunci cînd matematicianul face o invenție care deschide o serie de posibilități noi, este oare aceasta numai un episod subiectiv sau istorico-genetic care depinde numai de munca omenească și temporală a generațiilor succesive de cercetători sau este vorba de o articulație care leagă ansamblul posibilelor de un nivel determinat cu un ansamblu ierarhic distinct de posibilități ce nu sînt conținute în cele precedente și în consecință noi din punct de vedere operatoriu? Lucrările lui Feferman și Schütte (precedate de articolele lui Kleene, Ackermann și Wermus asupra formalizărilor „constructive" ale transfinitului) aduc în această chestiune un răspuns care pe terenul numerelor transfinite pare decisiv. Mai întîi, acești autori au ajuns la definirea unui număr „kappa 0" (K_0) care constituie o limită pentru predicativitate. Altfel spus, pînă la K_0 exclusiv, se poate avansa cu ajutorul constructivității „efective" (deci al unui combinatoriu care face ca orice construcție să poată fi decidabilă), pe cînd pentru definirea lui K_0 și *a fortiori* dincolo de el, sîntem constrînși să părăsim această metodă. Dimpotrivă, odată limita trecută, se deschid noi posibilități, conform cu ceea ce se poate numi o recursivitate și o decidabilitate „relative". Fie astfel o clasă S_0 în care totul este decidabil, apoi

o propoziție ND_1 nedecidabilă: în ipoteza în care ND_1 poate fi considerată ca adevărată (sau falsă) în virtutea unor supoziții speciale exterioare sistemului, ansamblul S_1 $(= S_0 + ND_1)$ devine „relativ decidabil" în raport cu ND_1; dacă la S_1 se adaugă o nouă propoziție ND_2 nedecidabilă și care, prin ipoteză, poate fi verificată pentru motive tot extrinsece, vom avea ansamblul S_2 $(= S_1 + ND_2)$ „relativ decidabil", și așa mai departe prin reorganizări succesive și repetiție transfinită.

Aceste „trepte de solvabilitate" corespund unor structuri în straturi ierarhizate (dar fără linearitate completă) care fac să intervină probleme nedecidabile de o pondere din ce în ce mai mare, dar este imposibil ca această ierarhie de sisteme să fie circumscrisă printr-o formulă sau metodă de calcul efective: sîntem obligați să recurgem la o serie de invenții succesive (care se referă la ND), fiecare stadiu fiind, într-un mod din ce în ce mai accentuat, ireductibil la cel precedent. Dublul interes al acestor rezultate este evident: de o parte devine greu de vorbit despre noțiuni predeterminate, deoarece dincolo de limita K_0 ieșim din domeniul combinatoriului, iar argumentul clasic (deși îndoielnic) conform căruia invenția nouă era dinainte cuprinsă în ansamblul combinațiilor posibile, își pierde astfel valoarea; de altă parte, fiecare trecere de la un palier la cel următor deschide posibilități noi, ceea ce ne conduce să admitem că în matematici, ca oriunde, universul posibilelor nu este încheiat odată pentru totdeauna, conform unei programări care ar putea fi citită dinainte. De fapt, această lectură ar însemna deja o construcție prin actualizări succesive, și în plus, se vede că dincolo de constructivitatea „efectivă" urmează altele, după o modalitate imprevizibilă.

C) În general, epistemologia genetică pune problema de a hotărî dacă geneza structurilor cognitive nu constituie decît ansamblul condițiilor de a ajunge la cunoștințe sau dacă ea atinge condițiile lor constitutive. Alternativa este deci următoarea: corespunde oare geneza unei ierarhii sau chiar unei filiații naturale a structurilor, sau ea nu face de-

cît să descrie procesul temporal prin care subiectul descoperă structurile cu titlul de realități preexistente? În acest din urmă caz ar însemna să spunem că aceste structuri erau performate, fie în obiectele realității fizice, fie *a priori,* în însuși subiectul, fie în lumea ideală a posibilelor, într-un sens platonician. Ambiția epistemologiei genetice era însă de a arăta, prin analiza genezei însăși, insuficiența acestor trei ipoteze, și de aici decurge necesitatea de a vedea în construcția genetică, în sens larg, o construcție efectiv constitutivă. A sosit momentul să cercetăm dacă această ambiție era justificată.

a) Începînd cu interpretarea platoniciană, constatăm că ea exprimă un anumit bun simț al matematicienilor după care „ființele" matematice există din totdeauna, independent de construcția lor. Or, îndoita lecție a istoriei și a psihogenezei pare să arate, de o parte, că ipoteza unei asemenea existențe permanente (sau „subzistență", esență etc.) nu adaugă nimic la cunoașterea logico-matematică însăși și nu o modifică cu nimic, iar de altă parte, că subiectul nu dispune de nici un procedeu cognitiv specific, care să permită atingerea unor asemenea „ființe", presupunînd că ele există, pentru că singurele instrumente cunoscute ale cunoștințelor logico-matematice sînt cele care intervin în construcția lor și prin urmare se satisfac pe ele însele.

În ce privește primul din aceste două puncte, deosebirea dintre rolurile pe care le joacă respectiv ipotezele de „existență" în cazul obiectelor fizice și în cazul „ființelor" matematice, este izbitoare. A spune că în spatele fenomenelor pe care cercetarea legității în fizică le-a atins cu titlul de observabile există obiecte reale, înseamnă a modifica profund interpretarea cauzalității, fiindcă aceasta își pierde semnificația dacă ne menținem la observabile și, din contra, se impune, dacă credem în „obiecte". Dimpotrivă, presupunerea că cuaternionii existau din toate timpurile înainte ca Hamilton să îi fi construit, nu schimbă cu nimic proprietățile lor. O deosebire importantă opune, desigur, constructivismul lui Brouwer, cu restricțiile sale privind principiul terțiului

exclus, matematicilor clasice ale căror construcții deductive fac uz fără rezerve de raționamente prin reducere la absurd. În limbajul nostru însă, acestea nu sînt decît două tipuri distincte de construcții sau de utilizări de operații, și această dezbatere nu e suficientă pentru a tranșa chestiunea platonismului, cu toate că operaționalismul lui Brouwer comportă o epistemologie categoric antiplatoniciană.

Singurul exemplu întîlnit, în care referirea la platonism pare să modifice aspectul tehnic al unei cunoștințe, este afirmația lui Juvet: o ființă matematică există nu fiindcă — așa cum spunea Poincaré — ea este non-contradictorie, ci dimpotrivă, fiindcă există (în sens platonician) ea este lipsită de contradicție. Dar dacă acest cuvînt e semnificativ cu titlul de căutare a unei utilizări concrete a credințelor platonizante, el a fost totalmente dezmințit prin teorema lui Gödel, fiindcă demonstrarea non-contradicției unui sistem presupune construirea unui alt sistem mai „puternic" și fiindcă luarea în considerare a existenței lor în sens platonician nu aduce nimic în plus problemei.

Cît despre al doilea punct, este îndeajuns de cunoscută evoluția lui B. Russel. Așa cum „percepția" ne aduce cunoașterea obiectelor materiale — spunea el în faza platoniciană a marii sale cariere — tot așa o aptitudine specială, pe care o numea „concepție" ne-ar da acces la ideile eterne care „subzistă" independent de noi. În acest caz însă, ce să facem cu ideile false, care sînt mai frecvente din nenorocire decît cele adevărate? Ei bine, a răspuns Russel, „subzistă" și ele, alături de cele adevărate, „așa cum există trandafiri roșii și trandafiri albi". În ce ne privește, noi mai întrebăm, cu începere din care moment putem fi asigurați de apartenența conceptelor la această lume eternă de idei juste și false: „preconceptele" de la nivelurile anterioare operațiilor logico-matematice au deja drept la această apartenență? Dar schemele senzori-motorii? Așadar, nu fără motiv B. Russel a renunțat repede la platonismul său inițial, deoarece acesta nu adăuga nimic altceva decît complicații la încercarea sa de a reduce matematicile la logică.

O concluzie analoagă putem trage cu privire la raporturile dintre platonism şi construcţia genetică sau istorică a structurilor. Desigur că ipoteza platoniciană este de necombătut în sensul că o construcţie, odată efectuată, poate fi întotdeauna privită prin însuşi acest fapt, de a fi fost predeterminată din totdeauna în lumea posibilelor, considerînd-o pe aceasta din urmă ca un tot static şi încheiat. Cum însă această construcţie constituia unicul mijloc de acces la un atare univers al Ideilor, ea se satisface pe sine, fără ca să fie nevoie de ipostazierea rezultatului ei.

b) Dificultatea de a considera structurile cunoştinţelor ca preformate, fie în obiecte fizice, fie în *a priori*-ile subiectului, constă în aceea că e vorba aici de doi termeni limită, ale căror proprietăţi se modifică pe măsură ce par a fi atinse, primele îmbogăţindu-se, iar celelalte secătuindu-se.

Fireşte că obiectele există şi comportă structuri care şi ele există, independent de noi. Doar că obiectele şi legile lor, neputînd fi cunoscute decît datorită acelora dintre operaţiile noastre, care le sînt aplicate în acest scop şi constituie cadrul instrumentului de asimilare care permite atingerea lor, noi nu le întîlnim decît prin aproximaţii succesive, cea ce e tot una cu a spune că ele reprezintă o limită niciodată atinsă. De altă parte, orice explicaţie cauzală presupune în plus o atribuire a operaţiilor noastre la obiecte, ceea ce reuşeşte şi atestă, în consecinţă, existenţa unei analogii între structurile lor şi structurile noastre; acest lucru însă face şi mai dificilă orice judecată asupra naturii acestor structuri obiective, independent de ale noastre, această natură independentă devenind la rîndul ei o limită de neatins, în care totuşi sîntem obligaţi să credem. Aşadar nu degeaba Ph. Franck n-a izbutit să se hotărască între două concepţii posibile ale cauzalităţii: lege a naturii sau cerinţă a raţiunii, această disjuncţie părîndu-ni-se non-exclusivă şi reductibilă, în acelaşi timp, la o conjuncţie logică.

Dar dacă noi îmbogăţim astfel structurile obiective cu aportul nostru deductiv, aceasta înseamnă că structurile noastre logico-matematice n-ar putea fi considerate ca derivînd

din structurile materiale sau cauzale ale obiectelor: punctul lor de contact trebuie căutat, așa cum s-a văzut în capitolul II, în chiar organismul viu, căci de la această sursă plecînd, s-au elaborat sistemele logico-matematice, trecînd prin comportament, datorită unei serii neîntrerupte de abstracții reflectante și de construcții autoregulatoare mereu noi.

În ceea ce privește acum ipoteza *a prioristă,* care ar situa predeterminarea în subiect iar nu în obiecte, ne aflăm de asemenea în prezența unui fel de limită, dar într-un sens opus. Din punct de vedere genetic, pare evident ca orice construcție elaborată de către subiect să presupună condiții interne prealabile și, în această privință, Kant avea dreptate. Numai că formele *a priori* ale sale erau mult prea bogate: el considera, de pildă, spațiul euclidian ca necesar, pe cînd geometriile neeuclidiene l-au redus la rangul de caz particular. Poincaré a tras de aici concluzia că structura de grup era singura necesară, dar analiza genetică arată că și ea nu se construiește decît progresiv. Etc. De aici rezultă că dacă se urmărește atingerea unui *a priori* autentic, trebuie să se reducă din ce în ce mai mult „comprehensiunea" structurilor inițiale și că, la limită, ceea ce subzistă cu titlu de necesitate prealabilă se reduce numai la funcționare: aceasta este, într-adevăr, ceea ce constituie sursa structurilor, însă în sensul în care Lamarck afirma că funcția creează organul (ceea ce rămîne adevărat pe plan fenotipic). Este clar deci că acest apriorism funcțional nu exclude nicidecum, ci solicită o construcție continuă de noutăți.

D) Dacă structurile noi a căror elaborare succesivă o arată geneza și istoria, nu sînt preformate nici în lumea ideală a posibilelor, nici în obiecte, nici în subiect, e fiindcă construcția lor istorico-genetică este autentic constitutivă și nu se reduce deci la un ansamblu de condiții de accesiune. O asemenea afirmație însă n-ar putea fi justificată numai prin examinarea faptelor asupra cărora s-a insistat în cap. I și II ale acestei lucrări: mai este aici și o chestiune de drept sau de validitate, noutatea unei structuri nu ține numai de constatare, ci și, în aceeași măsură, de demonstrație.

Demonstrația noastră nu va fi decît intuitivă, dar ar putea fi formalizată în stilul inaugurat de Gödel și de nenumăratele lucrări din ultimii doi sau trei ani asupra mulțimilor transfinite. Ea se va reduce chiar la cîteva observații simple, ca să nu spunem banale: acelea pe care le folosește de obicei pentru a respinge în orice împrejurare excesele reducționismului. Într-adevăr, în toate domeniile cunoașterii, în prezența a două paliere, dintre care unul este mai complex decît celălalt (și poate fi deci privit ca „superior" lui), s-a asistat periodic, fie la o tendință de a reduce superiorul la inferior, fie la tendința contrarie, ca o reacție împotriva exceselor celei dintîi. În domeniul fizicii, de exemplu, fenomenele mecanice au fost multă vreme considerate ca un model elementar și chiar singurul inteligibil, la care trebuia redus toul: de aici eforturile disperate pentru a traduce electromagnetismul în limbajul mecanicii. Pe tărîmul biologiei, s-a urmărit reducerea proceselor vitale la fenomene fizico-chimice cunoscute (uitîndu-se transformările posibile ale unei discipline care se modifică efectiv fără încetare): de aici, reacția unui antireducționism vitalist al cărui merit cu totul negativ n-a constat decît în a denunța iluziile reducțiilor premature. În psihologie s-a dorit ca totul să fie „redus" la *schema stimul-răspuns*, la asociații etc.

Dacă ipotezele reducționiste ar fi fundate, e de la sine înțeles că ele ar exclude orice constructivism în sensul mai sus amintit și la fel s-ar petrece lucrurile cu subordonările de la inferior la superior (vitalism etc.): în ambele cazuri, orice structură „nouă" ar urma să fie considerată ca preformată în sînul fie a celei mai simple, fie a celei complexe, noutatea constînd numai într-o explicitare reușită a legăturilor preexistente. Reciproc, respingerea reducționismului atrage după sine un apel la constructivism.

Într-adevăr, peste tot unde problema a putut fi rezolvată s-a ajuns la o situație care e într-o concordanță remarcabilă cu ipotezele constructiviste: între două structuri de niveluri diferite nu există reducție în sens unic, ci o asimilare

reciprocă, astfel încît cea superioară poate fi derivată din cea inferioară pe cale de transformări, dar de asemenea astfel încît prima o îmbogăţeşte pe cea din urmă, integrîndu-şi-o. În acest fel a fecundat electromagnetismul mecanica clasică provocînd naşterea de noi mecanici, sau gravitaţia a fost redusă la un fel de geometrie, ale cărei curburi însă sînt determinate de către mase. La fel se poate spera că reducînd viaţa la fizico-chimie, aceasta din urmă se va îmbogăţi cu proprietăţi noi. În domeniile logicii şi matematicilor, reducerea visată de Whitehead şi Russell a acestora din urmă la prima a ajuns la un fel de asimilare în dublu sens, logica fiind integrată în algebra generală şi servind totodată ca instrument în axiomatizarea acesteia sau a- indiferent cărei alte teorii (fără a reveni asupra relaţiilor complexe ce există între număr şi structurile claselor şi relaţiilor etc.). Este deci vizibil că aceste asimilări reciproce procedează în felul abstracţiilor reflectante care, asigurînd trecerea între două paliere ierarhice, generează chiar prin acest fapt noi reorganizări. Într-un cuvînt, construirea unor structuri noi pare să caracterizeze un proces general a cărui putere ar fi constitutivă şi nu s-ar reduce la o metodă de accesiune: de la eşecurile reducţionismului cauzal, pe tărîmul ştiinţelor realului, la acelea ale reducţionismului deductiv în ce priveşte limitele formalizării şi raporturile structurilor superioare cu structurile logicii, asistăm pretutindeni la un faliment al idealului de deducţie integrală care implică preformarea, şi aceasta în avantajul unui constructivism tot mai evident.

Or, analizînd stadiile cele mai elementare, epistemologia genetică a putut să arate că formele iniţiale ale cunoaşterii erau mult mai diferite decît se credea de formele superioare şi că, în consecinţă, construirea acestora a avut de parcurs un drum mult mai lung, mult mai greu şi mai cu seamă mult mai imprevizibil decît s-ar fi putut imagina. Folosirea metodei genetice îmbogăţeşte aşadar concepţiile constructiviste şi de aceea, oricît de parţiale ar fi rezultatele noastre, avem încredere în viitorul ei, cu toată imensitatea domeniului ce rămîne de explorat.

BIBLIOGRAFIE

LUCRĂRI PUBLICATE ÎN
„ÉTUDES D'ÉPISTÉMOLOGIE GÉNÉTIQUE"
(Presses Universitaires de France)

Vol. I. W. E. BETH, W. MAYS şi J. PIAGET, *Epistémologie génétique et recherche psychologique,* 1957.
— II. L. APOSTEL, B. MANDELBROT şi J. PIAGET, *Logique et équilibre,* 1957.
— III. L. APOSTEL, B. MANDELBROT şi A. MORF, *Logique, langage et théorie de l'information,* 1957.
— IV. L. APOSTEL, W. MAYS, A. MORF şi J. PIAGET, *Les liaisons analytiques et synthétiques,* 1957.
— V. A. JONCKHEERE, B. MANDELBROT şi J. PIAGET, *La lecture de l'expérience,* 1958.
VI. J. S. BRUNER, F. BRESSON, A. MORF şi J. PIAGET, *Logique et perception,* 1958.
— VII. P. GRÉCO şi J. PIAGET, *Apprentissage et connaissance,* 1959.
— VIII. L. APOSTEL, A. JONCKHEERE şi B. MATALON, *Logique, apprentissage et probabilité,* 1959.
— IX. A MORF, J. SMEDSLUND, VINH-BANG şi J. F. WOHLWILL, *L'apprentissage des structures logiques,* 1959.
— X. M. GOUSTARD, P. GRÉCO, B. MATALON şi J. PIAGET, *La logique des apprentissages,* 1959.
— XI. P. GRÉCO, J. B. GRIZE, S. PAPERT şi J. PIAGET, *Problèmes de la construction du nombre,* 1960.
— XII. D. E. BERLYNE şi J. PIAGET, *Théorie du comportement et opérations,* 1960.
— XIII. P. GRÉCO, şi A. MORF, *Structures numériques élémentaires,* 1962.
— XIV. E. W. BETH şi J. PIAGET, *Epistémologie mathématique et psychologie,* 1961.
— XV. L. APOSTEL, J. B. GRIZE, S. PAPERT şi J. PIAGET, *La filiation des structures,* 1963.
— XVI. E. W. BETH, J. B. GRIZE, R. MARTIN, B. MATALON, A. NAESS şi J. PIAGET, *Implication, formalisation et logique naturelle,* 1962.

— XVII. P. GRÉCO, B. INHELDER, B. MATALON şi J. PIAGET, *La formation des raisonnements récurrentiels,* 1963.
— XVIII. WINH-BANG, P. GRÉCO, J. B. GRIZE, Y. HATWELL, J. PIAGET, G. N. SEAGRIM şi E. VURPILLOT, *L'épistémologie de l'espace,* 1964.
— XIX. VINH-BANG şi E. LUNZER, *Conservations spatiales,* 1965.
— XX. J. B. GRIZE, K. HENRY, M. MEYLAN-BACKS, F. ORSINI, J. PIAGET şi N. VAN DEN BOGAERT, *L'épistémologie du temps,* 1966.
— XXI. M. BOVET, P. GRÉCO, S. PAPERT şi G. VOYAT, *Perception et notion du temps,* 1967.
— XXII. G. CELLERIER, S. PAPERT şi G. VOYAT, *Cybernétique et épistémologie,* 1967.
— XXIII. J. PIAGET, J. B. GRIZE, A. SZEMINSKA şi VINH-BANG, *Epistémologie et psychologie de la fonction,* 1968.
— XXIV. J. PIAGET, H. SINCLAIR şi VINH-BANG, *Epistémologie et psychologie de l'identité,* 1968.